

## ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

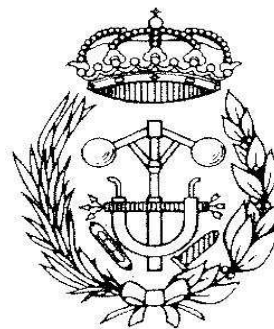
Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL  
EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN”

Alumno: Arkaitz Larrañeta Llopis

Tutor: Pedro Gonzaga Vélez

Pamplona, 06 de Noviembre de 2012



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL  
EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN”

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Alumno: Arkaitz Larrañeta Llopis

Tutor: Pedro Gonzaga Vélez

Pamplona, 06 de Noviembre de 2012



## **INDICE**

### **MEMORIA**

### **PÁGINA**

1. Introducción	5
1.1. Objeto del proyecto	5
1.2. Situación	5
1.3. Descripción del edificio	5
1.3.1 Planta baja	5
1.3.2 Entreplanta	6
1.4. Descripción de la actividad	6
1.5. Suministro de energía	6
1.6. Previsión de cargas	6
1.7. Normativa	12
2. Esquema de distribución	13
3. Alumbrado	14
3.1. Introducción	14
3.2. Conceptos luminotécnicos	15
3.3. Proceso de cálculo	18
3.3.1. Información previa de los factores de partida	18
3.3.2. Determinación del nivel de iluminación	18
3.3.3. Determinación del sistema de iluminación y tipo de luminaria- lámpara	20
3.3.3.1 Sistemas de iluminación	20
3.3.3.2. Tipos de lámparas	22
3.3.4. Determinación del factor de mantenimiento	24
3.3.4.1. Factor de mantenimiento bueno	24
3.3.4.2. Factor de mantenimiento medio	24
3.3.4.3. Factor de mantenimiento malo	24
3.3.5. Cálculos del índice del local	24
3.3.6. Determinación del factor de utilización	25
3.3.7. Cálculo del flujo a instalar	28
3.3.8. Cálculo del número de luminarias	28
3.3.9. Distribución de las luminarias	29
3.4. Alumbrado interior	29
3.4.1. Justificación de las lámparas y luminarias empleadas	29
3.4.2. Soluciones empleadas	30
3.5. Alumbrados especiales	34
3.5.1. Lámparas y luminarias empleadas	36
3.5.2. Solución empleada	37



4. Conductores y distribución en baja tensión	40
4.1. Introducción	40
4.2. Factores para el cálculo de cables	40
4.3. Prescripciones generales	42
4.3.1. Conductores activos	42
4.3.2. Conductores de protección	43
4.4. Sistemas de canalizaciones	44
4.4.1. Canalizaciones	44
4.4.2. Tubos protectores	44
4.5. Receptores	46
4.5.1. Receptores para alumbrado	47
4.5.2. Receptores a motor	47
4.5.2.1. Un solo motor	47
4.5.2.2. Varios motores	47
4.6. Tomas de corriente	47
4.6.1. Introducción	47
4.6.2. Tipos de tomas de corriente	48
4.6.3. Situación y número de tomas de corriente	48
4.7. Proceso para el cálculo de secciones	48
4.8. Normas para la elección del cable	49
4.9. Normas de la elección del tubo	50
4.10. Soluciones adoptadas	51
5. Protecciones en baja tensión	52
5.1. Introducción	52
5.2. Protección de la instalación	52
5.2.1. Protección contra sobrecargas	53
5.2.2. Protecciones contra cortocircuitos	53
5.2.3. Proceso para el cálculo de las corrientes de cortocircuito	55
5.3. Protección de las personas	57
5.3.1. Protección contra contactos directos	58
5.3.2. Protección contra contactos indirectos	59
5.4. Solución adoptada	60
5.4.1. Cuadro general de protección 1	60
5.4.2. Cuadro general de protección 2	63
5.4.3. Cuadros secundarios	67
5.4.3.1. Cuadro auxiliar 1	68
5.4.3.2. Cuadro auxiliar 2	76
5.4.3.3. Cuadro auxiliar 3	82
5.4.3.4. Cuadro auxiliar 4	90
5.4.3.5. Cuadro auxiliar 5	95
5.4.3.6. Cuadro auxiliar 6	102





5.4.3.7. Cuadro auxiliar 7	110
5.4.3.8. Cuadro auxiliar 8	114
5.4.3.9. Cuadro auxiliar 9	120
5.4.3.10. Cuadro auxiliar Of. 1	126
5.4.3.11. Cuadro auxiliar Of. 2	129
5.4.3.12. Cuadro auxiliar Of. 3	132
5.4.3.13. Cuadro auxiliar Of. 4	140
5.4.3.14. Cuadro auxiliar Of. 5	144
5.4.3.15. Cuadro auxiliar Of. 6	148
<b>6. Puestas a tierra</b>	<b>152</b>
6.1. Introducción	152
6.1.1. Objetivo de la puesta a tierra	153
6.1.2. Partes de la puesta a tierra	153
6.2. Elementos a conectar a la toma de tierra	156
6.3. Solución adoptada	156
<b>7. Corrección del factor de potencia</b>	<b>157</b>
7.1. Generalidades	157
7.2. Ventajas de un elevado factor de potencia	157
7.3. Métodos para mejorar el factor de potencia	158
7.3.1. Procedimientos directos	158
7.3.2. Procedimientos indirectos	158
7.3.3. Elección del método de compensación	158
7.4. Clasificación y elección de la compensación	159
7.4.1. Clasificación por la situación de la compensación	159
7.4.2. Elección de la situación para la compensación	159
7.4.3. Clasificación por tipo de condensador	159
7.4.4. Elección del tipo de compensación	160
7.4.5. Características técnicas del equipo de compensación automática	160
7.4.5.1. Equipo de compensación 1	160
7.4.5.2. Equipo de compensación 2	161
<b>8. Centro de transformación</b>	<b>161</b>
8.1. Introducción	161
8.2. Características generales del centro de transformación	162
8.3. Características de las celdas	162
8.4. Descripción de la instalación	162
8.4.1. Obra civil	163
8.4.1.1. Local	163
8.4.1.2. Características constructivas	163
8.5. Instalación eléctrica	164



8.5.1. Características de la red de alimentación	164
8.5.2. Características de la aparamenta de media tensión	164
8.5.3. Características descriptivas de las celdas y transformadores de media tensión	166
8.6. Cuadro general de baja tensión	169
8.7. Instalación de puesta a tierra	169
8.7.1. Introducción	169
8.7.2. Investigación de las características del suelo	171
8.7.3. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.	171
8.7.4. Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra	171
8.8. Instancias	172
8.9. Aparatos de media tensión	172
8.10. Aislamiento	172
8.11. Instalaciones secundarias en el centro de transformación	172
9. Resumen del presupuesto de la instalación	173



## 1 Introducción

### 1.1 Objeto del proyecto

Se redacta este proyecto con objeto de definir las características técnicas de la Instalación Eléctrica en Baja Tensión y su Centro de Transformación que va a ser realizada en una nave industrial situada en el Polígono Industrial Aoiz, dentro del término municipal de Aoiz. Parcela Urbana: 4. Calle C.

Dicha nave será de nueva construcción y su actividad consistirá en la generación de chapas metálicas de distintas formas.

### 1.2 Situación

La nave industrial estará situada en el número 4 de la calle C del Polígono Industrial de Aoiz, perteneciente al término municipal de Aoiz (Navarra).

### 1.3 Descripción del edificio

El edificio tiene una superficie construida de 5161 m<sup>2</sup> repartidos en dos plantas:

Planta baja ..... 4356 m<sup>2</sup> (99 m largo, 44m ancho)  
 Entreplanta ..... 805 m<sup>2</sup>

#### 1.3.1 Planta baja

Dependencia	Largura (m)	Anchura (m)	Altura (m)	Superficie (m2)
Taller	80,25	43,4	9	3138,4
Almacén	7,3	15,9	7,5	116,07
Centro de Transformación	11,72	9,35	4,5	109,58
Sala de Compresores	7,3	5,3	4,5	38,69
Sala de Descanso	13,6	3,8	3	51,58
Laboratorio	17,65	15,53	3,25	199,73
Área de Aplicación y Rotulación	8,89	19,74	3,25	156,58
Aseo Masculino	4,81	1,88	3,25	9,04
Aseo Femenino	4,81	1,88	3,25	9,04
Sala de Seguridad	3,58	6,88	3,25	24,63
Pasillo	17,65	27,75	3,25	109,86
Sala de Visitas A	3,58	5,53	3,25	19,8
Sala de Visitas B	4,81	3,33	3,25	16,02
Enfermería	6,9	3,33	3,25	22,98
Vestuario Masculino	15,53	5,23	3,25	81,22
Vestuario Femenino	15,53	5,23	3,25	81,22



### 1.3.2 Entreplanta

Dependencia	Largura (m)	Anchura (m)	Altura (m)	Superficie (m2)
Administración y Secretarías	8,93	7,98	2,4	71,26
Archivo	8,6	3,78	2,4	32,51
Jefe de Departamentos	6,48	3,23	2,4	20,93
Sala de Juntas	6,48	6,68	2,4	43,29
Director General	5,08	5,83	2,4	29,62
Cuarto de Limpieza	4,81	1,48	2,4	7,12
Aseo Masculino A	4,81	1,88	2,4	9,04
Aseo Femenino A	4,81	1,88	2,4	9,04
Jefe de Calidad	3,58	5,48	2,4	19,62
Jefe de Producción	3,58	5,5	2,4	19,69
Pasillo	9,05	32,5	2,4	127,66
Departamento Gráfico	3,58	11,03	2,4	39,49
Oficina Técnica	8,68	10,73	2,4	70,26
Área Comercial	8,85	6,88	2,4	60,89
Director Comercial	6,73	3,73	2,4	25,1
Aseo Masculino B	2,35	3,18	2,4	7,47
Aseo Femenino B	2,35	3,18	2,4	7,47
Sala de Formación	4,78	8,28	2,4	39,58
Sala de Reuniones	4,78	5,25	2,4	25,09
Dirección	4,78	10,68	2,4	29,62

### 1.4 Descripción de la actividad

La actividad a desarrollar en esta nave industrial consistirá en la generación de chapas metálicas de distintas formas.

### 1.5 Suministro de energía

El suministro de energía lo realiza Iberdrola desde su red de Media Tensión, con las siguientes características:

Clase de corriente: Alterna trifásica

Tensión: 20 KV

Frecuencia 50 Hz

### 1.6 Previsión de cargas

- **Demanda de potencia parte de fuerza**

Zona	Dependencia	Receptor	Pot. Unidad (W)	Pot. Total (W)
Planta Baja	Zona de Producción	2 Prensa	3680	7360



	2 Prensa	22000	44000
	3 Prensa corte	33200	99600
	2 Prensa plegadora	7500	15000
	2 Prensa plegadora	15000	30000
	1 Plegadora	5600	5600
	1 Cizalla mecánica	3000	3000
	1 Cizalla circular	2200	2200
	2 Tronzadora	1470	2940
	1 Curvadora	1250	1250
	3 Guillotina	15000	45000
	2 Curvadora	1900	3800
	1 Cizalla hidráulica	37000	37000
	1 Tronzadora	2940	2940
	2 Tronzadora	2200	4400
	1 Sierra vertical	1470	1470
	2 Sierra corte perfil	5500	11000
	1 Sierra de cinta	5500	5500
	2 Taladradora columna	1100	2200
	1 Fresadora	3200	3200
	1 Torno	2200	2200
	1 Torno	18390	18390
	1 Torno	7500	7500
	1 Sierra semi. de cinta	1800	1800
	1 Sierra semi. circular	3000	3000
	1 Sierra de cinta	10100	10100
	1 Sierra corte perfil	3000	3000
	1 Taladradora CNC	1110	1110
	1 Taladradora múltiple	750	750



	2 Fresadora	1400	2800
	2 Fresadora	6600	13200
	5 Soporte MIG	4560	22800
	1 Grupo soldadura	11630	11630
	2 Maquina soldadura	8370	16740
	1 Maq. Soldar por puntos	95000	95000
	3 Soporte TIG	4100	12300
	1 Rectificadora	4000	4000
	2 Fresadora	3200	6400
	2 Ribeteadora	57000	114000
	2 Entalladora	4000	8000
	1 Remachadora	1120	1120
	1 Ribeteadora	18000	18000
	1 Tunel de pretratamiento	100000	100000
	1 Horno de secado	30000	30000
	3 Cabina de pintura y secado	30000	90000
	4 Cabina de pintura y secado	20000	80000
	1 Reciclador de disolventes	16000	16000
	1 Horno de cocción	25000	25000
	2 Cabina de esmaltado	10000	20000
	1 Tunel de secado	17000	17000
	1 Maquina Model	17500	17500
	3 Maquina serigrafia	2000	6000
	2 Maquina serigrafia	5000	10000
	1 Cámara secado paneles	13200	13200
	1 Cámara secado film	10000	10000



	1 Afilaregleta	400	400
	2 Compresores	5500	11000
	1 Compresor	15000	15000
	1 Compresor	30000	30000
	2 Puerta muelle	2000	4000
	2 Puerta sector	2200	4400
	29 Enchufes b. 16 A MF	1408	40832
	26 Enchufes b. 16 A FFF	2432	63232
	Otros	17808	17808
<b>TOTAL TALLER</b>			<b>1322672</b>
<b>Oficinas</b>	1 Equipo Split	1500	1500
	1 Mesa de corte	2500	2500
	1 Laminadora	500	500
	1 Laminadora	3000	3000
	2 Plotter	3000	6000
	1 Plotter	3500	3500
	1 Equipo Split	3000	3000
	1 Equipo Split	2000	2000
	2 Fotocopiadora GF	1500	1500
	1 Mesa de corte	3000	3000
	1 Puerta entrada	250	250
	1 Ascensor	4000	4000
	28 Enchufes b. 16 A MF	1408	39424
<b>TOTAL OFICINAS</b>			<b>70174</b>
<b>TOTAL PLANTA B</b>			<b>1392846</b>



Entreplanta	Oficinas	48 Enchufes b. 16 A MF	1408	67584
	TOTAL ENTREPLANTA 67584			
TOTAL DEMANDA FUERZA				1460430

- Demanda de potencia parte de alumbrado**

Nota: La demanda de potencia por parte del alumbrado no es un dato de partida, se ha hallado en el apartado de cálculos en el punto cálculo lumínico. Se detallan aquí los resultados para poder conocer la potencia total necesaria.

<b>Zona</b>	<b>Dependencia</b>	<b>Receptor</b>	<b>Pot. Unidad (W)</b>	<b>Pot. Total (W)</b>
<b>Planta Baja</b>	<b>Taller</b>	70 lámparas v. mercurio	400	28000
	<b>Almacén</b>	6 lámparas v. mercurio	400	2400
	<b>Centro Transf.</b>	8 Tubos fluorescentes	58	464
	<b>Sala de Compresores</b>	4 Tubos fluorescentes	58	232
	<b>Sala de Descanso</b>	16 Tubos fluorescentes	54	864
	<b>Laboratorio</b>	64 Tubos fluorescentes	54	3456
	<b>Taller de Aplicación</b>	42 Tubos fluorescentes	58	2436
	<b>Aseo Masculino</b>	8 Tubos fluorescentes	54	432
	<b>Aseo Femenino</b>	8 Tubos fluorescentes	54	432
	<b>Sala de Seguridad</b>	16 Tubos fluorescentes	54	864
	<b>Pasillo</b>	14 Tubos fluorescentes	58	812





	<b>Sala de Visitas A</b>	8 Tubos fluorescentes	54	432
	<b>Sala de Visitas B</b>	8 Tubos fluorescentes	54	432
	<b>Enfermería</b>	16Tubos fluorescentes	54	864
	<b>Vestuario Masculino</b>	24 Tubos fluorescentes	54	1296
	<b>Vestuario Femenino</b>	24Tubos fluorescentes	54	1296
	<b>Distribuidor</b>	12 Tubos fluorescentes	54	648
<b>Entreplanta</b>	<b>Administración y secre.</b>	24 Tubos fluorescentes	54	1296
	<b>Archivo</b>	12 Tubos fluorescentes	54	648
	<b>Jefe de Departamentos</b>	8 Tubos fluorescentes	54	432
	<b>Sala de Juntas</b>	16 Tubos fluorescentes	54	864
	<b>Director General</b>	12 Tubos fluorescentes	54	648
	<b>Cuarto de Limpieza</b>	2 Tubos fluorescentes	58	116
	<b>Aseo Masculino A</b>	8 Tubos fluorescentes	54	432
	<b>Aseo Femenino A</b>	8 Tubos fluorescentes	54	432
	<b>Jefe de Calidad</b>	8 Tubos fluorescentes	54	432
	<b>Jefe de Producción</b>	8 Tubos fluorescentes	54	432
	<b>Pasillo</b>	20Tubos fluorescentes	58	1160
	<b>Departamento Gráfico</b>	16 Tubos fluorescentes	54	864
	<b>Oficina Técnica</b>	24 Tubos fluorescentes	54	1296
	<b>Área Comercial</b>	24 Tubos fluorescentes	54	1296
	<b>Director Comercial</b>	12 Tubos fluorescentes	54	648
	<b>Aseo Masculino B</b>	4 Tubos fluorescentes	54	216
	<b>Aseo Femenino B</b>	4 Tubos fluorescentes	54	216



	<b>Sala de Formación</b>	16 Tubos fluorescentes	54	864
	<b>Sala de Reuniones</b>	12 Tubos fluorescentes	54	648
	<b>Dirección</b>	16 Tubos fluorescentes	54	864
<b>Alumbrado exterior</b>				8000
<b>Alumbrado de emergencia y señalización</b>				1834
<b>TOTAL PARTE ALUMBRADO</b>				<b>68998</b>
<b>TOTAL NAVE INDUSTRIAL</b>				<b>1529428</b>

### 1.7 Normativa

La realización del presente proyecto así como la ejecución del mismo, se realizará de acuerdo a lo especificado en las normas y reglamentos vigentes en el momento, que son:

- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN. Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002.
- REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN CENTRALES ELÉCTRICAS, SUBESTACIONES Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN. Real Decreto 3275/82, de 12 de noviembre de 1982.
- NORMAS UNE Y RECOMENDACIONES UNESA QUE SEAN DE APLICACIÓN.
- NORMAS PARTICULARES DE IBERDROLA.
- NORMAS TECNOLÓGICAS DE LA EDIFICACIÓN, así como la NORMA TECNOLÓGICA PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE PUESTA A TIERRA.
- REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES. Real Decreto 2267/2004 de 3 de Diciembre.



- LEY 31/1995, de 8 de noviembre, DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

## 2. Esquema de distribución

En este apartado analizaremos las alternativas más importantes que afectan a la seguridad de la actividad y de las personas así como su viabilidad técnica y económica. El fin que se busca es la mayor fiabilidad posible de la instalación al mejor precio.

El esquema de conexión nos va a determinar las medidas de protección de nuestra red. Estos equipos de protección nos cubrirán frente a sobretensiones y frente a sobreintensidades.

Los esquemas de conexión se definen en función de cómo está puesta a tierra la red de alimentación y de cómo están puestas a tierra las masas de los receptores. Se designan por 2 o 3 letras:

- La primera letra indica cómo está conectada la alimentación respecto a tierra:
  - T; La red de alimentación tiene el neutro conectado directamente a tierra.
  - I; La red de alimentación tiene el neutro aislado o lo tiene conectado a tierra a través de una impedancia.
- La segunda letra indica cómo están conectadas las masas receptoras:
  - T; Las masas están conectadas directamente a tierra.
  - N; Las masas de los receptores están conectadas directamente a un punto de la alimentación (neutro o conductor de protección) que está conectado a tierra.
- La tercera letra se refiere a como se encuentran el conductor de neutro y el de protección:
  - S; Son conductores independientes
  - C; Son el mismo conductor, es decir, cumple las dos funciones.

Se analizarán las distintas conexiones que hay y se escogerá la que más convenga para nuestra instalación según las características técnicas y económicas. No obstante deberemos tener en cuenta los siguientes principios:



- a) Las redes de distribución pública de baja tensión tienen un punto puesto directamente a tierra por prescripción reglamentaria. Este punto es el punto neutro de la red. El esquema de distribución para instalaciones receptoras alimentadas directamente de una red de distribución pública de baja tensión es el esquema TT.
- b) En instalaciones alimentadas en baja tensión, a partir de un centro de transformación de abonado, se podrá elegir cualquiera de los tres esquemas citados.
- c) No obstante, puede establecerse un esquema IT en parte o partes de una instalación alimentada directamente de una red de distribución pública mediante el uso de transformadores adecuados, en cuyo secundario y en la parte de la instalación afectada se establezcan las disposiciones que para ese esquema se deben dar.

El sistema elegido es el TT (el neutro está conectado directamente a tierra y las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación, tal y como se indica en la ITC 08 del REBT 2002.)

Con este tipo de régimen debemos colocar diferenciales para proteger la instalación ante cualquier corriente de defecto a tierra.

La solución más segura sería elegir el esquema IT, pero debido a los problemas que presenta a la hora de realizar un cambio o ampliación a la instalación nos hace desechar esta opción.

Por otro lado, el esquema TN se desecha, ya que, es muy parecido al TT y éste último es el más utilizado en este tipo de instalaciones. Las ventajas que este esquema tiene en lo que respecta a su mantenimiento, ampliaciones futuras y seguridad contra incendios aconsejan su empleo en este tipo de instalaciones.

Otra ventaja del régimen TT es que la seguridad de la instalación está en función de la resistencia de utilización, la del usuario (Ru), es decir, vigilar y controlar, la seguridad está en manos del usuario.

### 3. Alumbrado

#### 3.1 Introducción

El objeto de todo alumbrado artificial, es complementar la luz natural o en su defecto reemplazarla, para que se pueda continuar con la actividad a realizar, durante las horas donde la luz diurna es insuficiente o inexistente.



Se trata de dotar de la iluminación adecuada a espacios cubiertos donde se desarrollen actividades laborales, docentes, deportivas y recreativas.

En el caso del alumbrado industrial, la iluminación es un factor de productividad y rendimiento, además de aumentar la seguridad laboral.

Las cualidades principales del alumbrado que deben considerarse al proyectar una instalación son:

- a) La intensidad de iluminación: suministrar una cantidad de luz suficiente para crear unas buenas condiciones de visibilidad.
- b) La distribución espacial de la luz, que comprende la combinación de la luz difusa y luz dirigida, el ángulo de incidencia, la distribución de las luminarias, la medida de la homogeneidad y el grado de deslumbramiento.
- c) Utilización de fuentes luminosas que aseguren, para cada caso una satisfactoria distribución de los colores.
- d) Prever aparatos de alumbrado apropiados para cada caso particular: una buena elección de la fuente de luz y de su armadura.

### 3.2 Conceptos luminotécnicos

Debemos tener en cuenta una serie de conceptos básicos sobre luminotecnica, como:

- Flujo radiante ( $\Phi$ ):

Se define como la potencia emitida, transportada o recibida, en forma de radiación. La unidad es el vatio (W).

- Flujo luminoso ( $\Phi_v$ ):

Es la magnitud que deriva del flujo radiante al evaluar su acción sobre el observador. Es la energía luminosa emitida por unidad de tiempo. La unidad es el Lumen (Lm).

- Lumen:

Es el flujo luminoso emitido por un foco puntual de una Candela de intensidad sobre una porción esférica de un metro cuadrado a la distancia de un metro que corresponde a un ángulo sólido de un estéreo-radián.

- Angulo sólido ( $w$ ):

Se define por el volumen formado por la superficie lateral de un cono cuyo vértice coincide con el centro de una esfera de radio  $r$ , y cuya base se encuentra situada sobre la



superficie de la esfera, si el radio es un metro y la superficie de la base del cono es un metro cuadrado, el ángulo sólido vale un estéreo-radián.

$$W = \frac{S}{r^2}$$

$$\phi_v = I \times w$$

Siendo:

w: ángulo sólido.

S: superficie de la base del cono.

r: radio de la base del cono.

I: intensidad lumínica.

$\phi_v$  : flujo luminoso.

- Energía radiante ( $Q_e$ ):

Es la energía emitida, transportada o recibida en forma de radiación. La unidad es el Julio (J).

- Cantidad de luz ( $Q_v$ ):

Es la energía en función del tiempo del flujo luminoso, durante una duración dada de tiempo. Las unidades son: Lumen por segundo ( $\text{Lm} \cdot \text{sg}$ ) o Lumen por hora ( $\text{Lm} \cdot \text{hora}$ ).

- Intensidad luminosa (I):

Es el flujo emitido en una dirección dada, por unidad de ángulo sólido. La unidad es la Candela (Cd).

- Candela (Cd):

Se define como la intensidad luminosa en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia  $540 \cdot 10^{12}$  Hz y cuya intensidad radiante en esa dirección es  $1/683 \text{ w} \cdot \text{estéreo-radián}$ .

- Distancia luminosa:

Conjunto de la intensidad luminosa de una lámpara en todas direcciones.

- Iluminancia (E):

Es el flujo luminoso recibido por unidad de superficie. Es el cociente entre el flujo luminoso recibido por un elemento de la superficie que contiene al punto y el área de dicho elemento. La unidad es el Lux (Lx).

$$E = \frac{\phi_v}{S}$$

- Lux (Lx):

Se define como la iluminancia producida por un flujo de un lúmen que se distribuye uniformemente sobre una superficie de un metro cuadrado.

$$1\text{Lux} = 1 \text{ Lm} / 1\text{m}^2$$

- Luminancia:

Es la intensidad luminosa en una dirección dada por unidad de superficie aparente iluminada. Su unidad es Cd x m<sup>2</sup>.

- Rendimiento luminoso o eficacia luminosa:

Es la relación entre el flujo emitido por la fuente y la potencia empleada para obtener tal flujo, con ella se puede evaluar el ahorro de energía que puede dar una lámpara con respecto a otra. Su unidad de medida es el lúmen por vatio (Lm/ W).

Valores indicativos del rendimiento luminoso de algunos tipos de lámpara son:

- Incandescentes (1-2000W): 8- 20 Lm/ W
- Incandescentes con halogenuros (3-10000W): 18- 22 Lm/ W
- Fluorescentes tubulares (4-250W): 40- 93 Lm/ W
- Fluorescentes compactas (5-36W): 50- 82 Lm/ W
- Vapor de mercurio (50-2000W): 40- 58 Lm/ W
- Halogenuros metálicos (75-3500W): 60- 95 Lm/ W
- Sodio a alta presión (50-1000W): 66- 130 Lm/ W
- Sodio a baja presión (18-180W): 100- 183 Lm/ W

- Temperatura del color:

La temperatura de color de una fuente de luz es la correspondiente a la temperatura del “cuerpo negro” que presenta el mismo color de la fuente. Su unidad de medida es el grado Kelvin (K). Se puede decir que la temperatura es un elemento de elección cualitativa de una lámpara, así como el flujo un elemento cuantitativo.

La Comisión Electrónica Internacional (CEI) con fines prácticos de aplicación ha sugerido la siguiente clasificación, en cuanto a correspondencia entre la apariencia de color y la temperatura de color de las lámparas:

- Blanco cálido: 3000 K
- Blanco: 3500K
- Blanco frío: 4200 K
- Luz día: 6500 K

Ejemplos de distintas temperaturas de color:

- Incandescentes: 2600-2800 K
- Incandescentes con halogenuros: 3000 K
- Fluorescentes tubulares: 2600-6500 K



- Fluorescentes compactas: 2700 K
- Vapor de mercurio: 4000-4500 K
- Halogenuros metálicos: 4800-6500 K
- Sodio a alta presión: 2100 K
- Sodio a baja presión: 1800 K

Existe una relación entre la temperatura de color y el nivel de iluminación de una determinada instalación de forma que para tener una sensación visual confortable, a bajas iluminaciones le deben corresponder lámparas con una baja temperatura de color y a altas iluminaciones, lámparas con una temperatura de color elevada.

- Reproducción cromática:

Es la capacidad de una fuente de luz de reproducir los colores. Se expresa por un número comprendido entre 0 y 100. Una fuente de luz con  $R_a = 100$ , muestra todos los colores correctamente. Cuanto menor es el índice, peor es la reproducción cromática.

Para estimar la calidad de reproducción cromática de una fuente de luz, se establece la siguiente escala de valores:  $R_a < 50$  rendimiento bajo; entre 50 y 80 rendimiento moderado; entre 80 y 90 bueno y entre 90 y 100 rendimiento excelente.

### 3.3 Proceso de cálculo

El proceso de cálculo de una instalación de interiores conlleva los siguientes pasos:

1. Obtención de información previa de los factores de partida.
2. Fijar el nivel de iluminación.
3. Determinación del sistema de iluminación y del tipo de luminaria.
4. Determinación del factor de mantenimiento.
5. Calcular el índice local.
6. Calcular el flujo a instalar.
7. Cálculo del número de luminarias
8. Distribución de las luminarias.

#### 3.3.1 Información previa de los factores de partida

Para conseguir un buen diseño de iluminación general y uniforme, hay que tener en cuenta los siguientes factores de partida:

- Forma y configuración del local.
- Tipo de tarea a realizar.
- Tensión de alimentación de la red eléctrica.
- Características y tipo del objeto a iluminar.

#### 3.3.2 Determinación del nivel de iluminación





Existen diferentes niveles de iluminación para los diferentes tipos de locales y las diferentes tareas que se realicen en ellos.

Mediante una serie de investigaciones científicas, surgen tablas que relacionan el nivel de iluminación con los distintos locales y las tareas a realizar. Estas tablas nos sirven como guía para poder determinar que iluminación llenará cada local, siendo estas de carácter orientativo ya que siempre se deberá estudiar cada caso.

A continuación se incluye una tabla con los niveles de iluminación según la clase de edificio y la tarea a realizar:

<b>Clase de edificio y espacio a iluminar</b>	<b>Nivel de iluminación en Lux (Lx)</b>
<b>Escuelas:</b>	
Pasillos, vestíbulos, aseos	200
Aulas y bibliotecas	750
Cocinas y talleres en general	500
Aulas de dibujo	1000
<b>Hospitales:</b>	
Pasillos durante el día	250
Pasillos durante la noche	40
Aseos, locales de mantenimiento	200
Habitación iluminación general	150
Habitación iluminación lectura	250
Servicio médico general	250
Servicio médico reconocimiento	500
<b>Sala de operación y autopsias:</b>	
Iluminación general	1000
Puesto de trabajo	mayor 5000
Quirófano	20000-100000
Zona adyacente quirófano	10000
<b>Hostales y restaurantes:</b>	
Habitaciones y pasillos	200
Cocinas	500
Sala de lectura	500
Restaurante y autoservicio	300
Salas de costura	750
<b>Imprenta:</b>	
Alumbrado general	500
Comprobación colores	1200
Fotocomposición y montaje	1500
<b>Locales de trabajo:</b>	
Garajes y aparcamientos	80



Locales de vestuario, ducha y aseo	200
Locales de almacenaje	300
Fundiciones, cerámicas y granjas	150
<b>Locales de venta y exposición:</b>	
Almacenaje y exposición	250
Comercio y salas de exposición	500
Pabellones de ferias	500
Supermercados	1000
Escaparates	Más de 1000
<b>Montaje de piezas:</b>	
Mecánica en general	500
Montajes precisión eléctricos	1500
Trabajos finos en cristal	1500
Piezas miniaturizadas	2000
<b>Oficinas:</b>	
Trabajos de mecanografía	750
Dibujo técnico	1200
Comprobación de colores	1200
<b>Punto y confección:</b>	
Telares punto oscuro	700
Telares punto claro	500
Control calidad	1000
<b>Trabajo de la madera:</b>	
Trabajo en banco	300
Trabajo en máquinas	500
Acabado, pulido y barnizado	500

Además hay que destacar que cuando la diferencia de nivel de iluminación entre dos locales contiguos sea superior al 20%, el nivel menos iluminado de ambos no será inferior a 200 Lux. En el de un local desprovisto totalmente de ventanas o huecos de iluminación natural, el nivel de iluminación no será inferior a 500 Lux.

### 3.3.3 Determinación del sistema de iluminación y tipo de luminaria- lámpara

#### 3.3.3.1 Sistemas de iluminación

Existen cinco tipos de iluminación: directa, semidirecta, difusa, semiindirecta e indirecta.

La iluminación directa es apropiada para la obtención económica de altos niveles de iluminación sobre el plano útil de las mesas y de los puestos de trabajo. Por su propia naturaleza deja en la sombra las partes superiores del local y por lo tanto, reduce las pérdidas de luz por las claraboyas.



Es necesario aumentar considerablemente los aparatos de alumbrado, con el propósito de conseguir que cada objeto iluminado, reciba luz desde varias direcciones simultáneamente, con lo que se consigue la disminución de sombras molestas.

La iluminación directa se realiza, en general, por medio de reflectores de chapa esmaltada o de aluminio pulido, anodizado y abrillantado. Con el objeto de dar a la luz obtenida cierto grado de difusión favorable al suavizado, de las sombras, a la vez, concentrar el flujo luminoso hacia las zonas útiles del local, estos reflectores deben de ser anchos y profundos.

Mediante la iluminación directa se consigue una distribución luminosa tal que del 90% al 100% del flujo luminoso emitido llegue directamente al plano de trabajo.

La iluminación semidirecta hace que parte de la luz emitida por los aparatos de alumbrado sea reflejada sobre el techo, por ello su empleo está restringido para techos no muy altos, y no debe utilizarse en locales provistos de claraboyas en el techo.

Permite la realización relativamente económica de elevados niveles de iluminación con las ventajas sobre la iluminación directa de que las sombras son bastante más suaves porque, como ya sabemos los objetos reciben simultáneamente, la luz directa de los aparatos de alumbrado y la reflejada en el techo y en las paredes.

Con este tipo de iluminación se consigue que entre el 60% y el 90% del flujo luminoso emitido se dirija hacia abajo, hacia el plano de trabajo, mientras que el resto del flujo luminoso, del 10% al 40%, se dirige hacia techo y paredes.

La iluminación difusa, da una importancia creciente a la reflexión de la luz sobre el techo y las paredes. Desaparecen por completo las sombras de los objetos, pero se aconseja que el techo y las paredes estén pintados de colores claros, con el objeto de disminuir las pérdidas por absorción que, de otro modo, resultarían muy elevadas.

Con la iluminación difusa el flujo luminoso emitido hacia abajo es del 40% al 60% con ángulos por debajo de la horizontal, y entre el 40% y el 60% del flujo luminoso se dirige hacia arriba.

La iluminación semiindirecta, y la iluminación indirecta, hacen que los manantiales luminosos secundarios, que equivalen a las paredes y techo del local, tengan un efecto preponderante sobre los manantiales luminosos primarios, que son las lámparas eléctricas.

Desaparecen las sombras totalmente y también el riesgo de deslumbramiento directo, ya que las lámparas están totalmente ocultas. La falta de plasticidad obtenida con estos sistemas obliga en algunos casos a completar el alumbrado del local mediante alumbrado auxiliar. Estos dos tipos de iluminación, precisan que las paredes y techos del local estén pintados con materiales de alto factor de reflexión, y aunque esta condición se cumpla, el consumo de energía es mayor que para cualquier otro sistema de iluminación.



Mediante la iluminación semiindirecta e indirecta, del 60% al 100% del flujo luminoso emitido es dirigido hacia arriba en ángulos superiores a la horizontal.

Con cada uno de los cinco tipos de iluminación descritos con anterioridad, se pueden obtener tres clases o métodos de alumbrado, según la distribución de la luz en el local a iluminar.

#### A) Alumbrado general

Se trata de un alumbrado uniforme de un espacio, sin tener en cuenta las necesidades particulares de ciertas zonas determinadas. La iluminación media deberá ser igual al nivel de iluminación que requiera la tarea específica.

Presenta como ventaja que se pueden cambiar los puestos de trabajo sin modificar las luminarias. Es por antonomasia, el método de distribución uniforme de la luz.

La distribución luminosa más normal, se obtiene colocando las luminarias de forma simétrica en filas por columnas, cuyo producto da el número total de luminarias instaladas (reajustadas por exceso o por defecto al número de luminarias calculado).

Por razones de uniformidad, la distancia entre luminarias, no puede ser mayor que un determinado valor. Este valor depende de la altura de montaje, del nivel de iluminación, así como de las características propias del local y de la luminaria. Generalmente, la distancia entre luminarias es doble que entre estas y las paredes.

#### B) Alumbrado general localizado

Alumbrado general en zonas especiales de trabajo, donde se necesita un alto nivel de iluminación, siendo suficiente la iluminación general para las zonas contiguas, de modo que este tipo de alumbrado se caracteriza por la concentración de luminarias.

#### C) Alumbrado suplementario

Alumbrado que proporciona un alto nivel de iluminación en puntos específicos de trabajo, mediante la combinación del alumbrado general o del alumbrado general localizado.

### 3.3.3.2 Tipos de lámparas

#### A) Lámpara de Incandescencia

Es de cómodo empleo y en el mercado existe una amplia gama, con todo tipo de potencias. Es aconsejable para un nivel de iluminación inferior a 200 lux, tiene un bajo



rendimiento luminoso y una duración media reducida. Se emplean principalmente en alumbrado doméstico y de señalización.

Debido al bajo rendimiento luminoso y a su reducida duración, no son rentables para alumbrado de grandes espacios con alto nivel de iluminación, ni para naves industriales o locales comerciales con altura de montaje superior a cuatro metros.

#### B) Lámpara Fluorescente

Se utiliza cuando se necesita una elevada temperatura de color, (se define  $T^a$  de color de una fuente luminosa como la que corresponde por comparación, con la del cuerpo negro que presenta el mismo color que la fuente analizada. La  $T^a$  de color define únicamente el color (tono de la luz), también se utiliza cuando el nivel de iluminación necesario sobre el plano útil de trabajo, ha de alcanzar o sobrepasar los 200 lux, sobre todo si la instalación ha de estar funcionando durante un elevado número de horas el año (2000 horas o más).

El flujo luminoso es del orden de siete veces mayor comparado con el que producen las lámparas incandescentes de igual potencia. Este factor unido a su larga vida (también siete veces mayor) y calidad de luz, hacen que sean las lámparas universales de alumbrado contemporáneo.

Estas características hacen que sean de aplicación universal para fines generales de alumbrado, sobre todo, en interiores de oficina, grandes almacenes, comercio escuelas, hospitales, industrias, etc.; donde la altura de montaje no supere los cinco metros.

#### C) Lámpara de vapor de Mercurio

Se utilizan para alumbrado industrial, cuando las condiciones de calidad de la luz son menos imperativas. Existen dos tipos: de luz mixta y de color corregido. Estas últimas resultan económicas por su elevado rendimiento luminoso (similar al de las fluorescentes), y por su larga vida media (suele ser de 6000-9000 horas), resultando especialmente indicadas para alumbrado directo, con aparatos de alumbrado suspendidos a mucha altura, en las naves industriales.

En esta aplicación, su elevada potencia unitaria permite aprovechar bien su gran altura de suspensión, separando débilmente los aparatos de alumbrado y disminuyendo el número de estos aparatos.

#### D) Lámpara de vapor de Sodio

Se utilizan en el alumbrado de exteriores y en el interior de naves industriales con elevadas alturas de montaje. Existen de dos tipos: de baja presión y de alta presión, estas últimas presentan un elevado rendimiento, además de una gran duración, lo que implica intervalos de reposición más largos. Además, su elevada potencia unitaria permite aprovechar bien su gran altura de suspensión, de forma que resultan especialmente indicadas para instalaciones interiores de industria.



### 3.3.4 Determinación del factor de mantenimiento

En toda instalación de alumbrado hay tres elementos de mantenimiento que son variables y que afectan a la cantidad de flujo luminoso útil que se obtiene en el espacio a iluminar.

- A) La depreciación luminosa de la propia lámpara.
- B) La pérdida por acumulación de polvo y suciedad sobre la superficie de la lámpara y la superficie reflectora y transmisora de la luminaria.
- C) Pérdida de luz reflejada en las paredes.

Teniendo en cuenta estos tres elementos, se definen tres condiciones de mantenimiento que nos permiten valorar cuantitativamente el factor de mantenimiento o factor de depreciación.

#### 3.3.4.1 Factor de mantenimiento bueno

Cuando las luminarias se limpian frecuentemente y las lámparas se sustituyen por grupos antes de fundirse. Condiciones atmosféricas buenas exentas de polvo y suciedad. Este factor de mantenimiento toma valores comprendidos entre 0,70 y 0,90. Típicamente se toma 0,75 o 0,8.

#### 3.3.4.2 Factor de mantenimiento medio

Cuando las luminarias no se limpian con frecuencia y las lámparas sólo se reponen cuando se funden. Condiciones atmosféricas menos limpias. Este factor de mantenimiento medio toma valores comprendidos entre 0,60 y 0,70. Típicamente se toma 0,65.

#### 3.3.4.3 Factor de mantenimiento malo

Cuando las condiciones atmosféricas son bastante sucias y la instalación tiene un mantenimiento deficiente. Este factor de mantenimiento malo toma valores comprendidos entre 0,50 y 0,60. Típicamente se toma 0,55.

### 3.3.5 Cálculos del índice del local

Los locales a iluminar se clasifican según la relación que existe entre sus dimensiones, la altura de montaje, y el tipo de alumbrado. Es lo que denominamos índice local y nos sirve después, para determinar el factor de utilización. Se calcula de la siguiente forma:

Para iluminaciones directas, semidirectas y difusas, se utiliza:



$$\text{Relación del local} = \frac{A * L}{h * (A + L)}$$

Para iluminaciones indirectas y semiindirectas, se utiliza:

$$\text{Relación del local} = \frac{3 * A * L}{2 * h * (A + L)}$$

En ambas formulas:

A= ancho del local en metros.

L= longitud del local en metros.

h = altura de montaje en metros. Se considera la distancia que hay desde la luminaria hasta el plano útil o de trabajo situado a 0,85 metros sobre el suelo según la NTE.

La altura del local, H es la suma de la altura de suspensión de la luminaria C, mas la altura de montaje h, y más el 0,85 metros al que está el plano de trabajo. Es decir:

$$H = C + h + 0,85 \text{ m}$$

Como H y C son datos previos de la instalación, la altura de montaje se calcula mediante la fórmula:

$$h = H - (C + 0,85) \text{ m}$$

Con el de relación del local calculado, Se calculará el índice del local, K con ayuda de la siguiente tabla:

Índice del local	Relación del local	
	Valor	Punto central
J	Menos de 0.7	0.60
I	0.7 a 0.9	0.80
H	0.9 a 1.12	1.00
G	1.12 a 1.38	1.25
F	1.38 a 1.75	1.50
E	1.75 a 2.25	2.00
D	2.25 a 2.75	2.50
C	2.75 a 3.50	3.00
B	3.50 a 4.50	4.00
A	Más de 4.50	5.00

### 3.3.6 Determinación del factor de utilización



El factor de utilización de un sistema de alumbrado es la relación que existe entre el flujo luminoso que llega al plano de trabajo y el flujo total que emiten las lámparas instaladas.

Este es un factor muy importante para el cálculo del alumbrado, a la vez que complejo y difícil de calcular, pues depende de una diversidad de factores como son: el valor adecuado del nivel de iluminación, el sistema de alumbrado, las luminarias, las dimensiones del local, la reflexión (techos, paredes y suelos) y el factor de mantenimiento.

En general, para su detección, existen valores tabulados según cada fabricante e incluso programas de ordenador. A continuación se expone una tabla con los valores del factor de utilización, en función de los tipos de luminaria más frecuentes, del índice del local y de la reflexión de techos y paredes:

Tipo de luminaria	Reflexión techo	75 %			50 %			30 %	
	Reflexión pared	50 %	30 %	10 %	50 %	30 %	10 %	30 %	10 %
	Índice local K	Factor o coeficiente de utilización, $F_u$							
Fluorescente empotrado	J	0.40	0.37	0.35	0.39	0.37	0.35	0.37	0.35
	I	0.48	0.46	0.45	0.47	0.45	0.44	0.44	0.43
	H	0.52	0.50	0.50	0.51	0.49	0.49	0.48	0.48
	G	0.55	0.54	0.53	0.54	0.53	0.51	0.51	0.50
	F	0.58	0.56	0.54	0.55	0.54	0.53	0.53	0.52
	E	0.60	0.59	0.59	0.59	0.58	0.56	0.57	0.55
	D	0.65	0.62	0.60	0.62	0.61	0.59	0.59	0.58
	C	0.66	0.64	0.61	0.64	0.62	0.61	0.61	0.60
	B	0.67	0.65	0.64	0.65	0.63	0.62	0.62	0.61
	A	0.68	0.66	0.65	0.66	0.65	0.63	0.64	0.62

Fluorescente descubierto	J	0.32	0.27	0.23	0.32	0.26	0.23	0.25	0.23
	I	0.40	0.35	0.61	0.39	0.34	0.30	0.34	0.30
	H	0.44	0.39	0.36	0.43	0.39	0.35	0.36	0.35
	G	0.48	0.43	0.40	0.46	0.42	0.39	0.41	0.39
	F	0.52	0.47	0.43	0.50	0.46	0.42	0.45	0.42
	E	0.57	0.52	0.48	0.55	0.51	0.47	0.50	0.46
	D	0.62	0.56	0.52	0.59	0.55	0.51	0.54	0.51
	C	0.65	0.59	0.54	0.62	0.57	0.54	0.56	0.53
	B	0.69	0.63	0.59	0.65	0.61	0.58	0.60	0.58





Luminaria industrial abierta	J	0.38	0.32	0.28	0.37	0.32	0.28	0.31	0.28
	I	0.47	0.52	0.39	0.46	0.41	0.38	0.40	0.37
	H	0.51	0.47	0.44	0.50	0.47	0.43	0.46	0.43
	G	0.55	0.51	0.48	0.54	0.51	0.47	0.50	0.47
	F	0.58	0.54	0.51	0.57	0.53	0.51	0.52	0.50
	E	0.63	0.60	0.57	0.62	0.59	0.56	0.58	0.55
	D	0.68	0.64	0.61	0.66	0.64	0.61	0.63	0.60
	C	0.70	0.67	0.63	0.68	0.65	0.63	0.64	0.62
	B	0.73	0.70	0.68	0.71	0.68	0.67	0.67	0.66
	A	0.74	0.72	0.70	0.72	0.70	0.68	0.69	0.67
Luminaria directa con rejilla difusora	J	0.33	0.28	0.26	0.32	0.28	0.26	0.28	0.26
	I	0.39	0.36	0.34	0.39	0.35	0.34	0.35	0.34
	H	0.43	0.40	0.38	0.42	0.40	0.38	0.39	0.38
	G	0.46	0.43	0.41	0.45	0.43	0.41	0.42	0.41
	F	0.48	0.46	0.43	0.47	0.45	0.43	0.45	0.43
	E	0.52	0.50	0.47	0.51	0.49	0.47	0.48	0.47
	D	0.55	0.53	0.51	0.54	0.52	0.51	0.52	0.51
	C	0.57	0.55	0.52	0.56	0.53	0.52	0.53	0.52
	B	0.59	0.57	0.56	0.57	0.56	0.55	0.55	0.54
	A	0.60	0.58	0.56	0.59	0.57	0.56	0.56	0.55

Luminaria esférica de vidrio	J	0.24	0.19	0.16	0.22	0.18	0.15	0.16	0.14
	I	0.29	0.25	0.22	0.27	0.23	0.20	0.21	0.19
	H	0.33	0.28	0.26	0.30	0.26	0.24	0.24	0.21
	G	0.37	0.32	0.29	0.33	0.29	0.26	0.26	0.24
	F	0.40	0.36	0.31	0.36	0.32	0.29	0.29	0.26
	E	0.45	0.40	0.36	0.40	0.36	0.33	0.32	0.29
	D	0.48	0.43	0.39	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33
	C	0.51	0.46	0.42	0.45	0.41	0.38	0.37	0.34
	B	0.55	0.50	0.47	0.49	0.45	0.42	0.40	0.38
	A	0.57	0.53	0.49	0.51	0.47	0.44	0.41	0.40
Luminaria reflector luz estrecho (incandescente o descarga)	J	0.43	0.40	0.39	0.42	0.40	0.39	0.40	0.38
	I	0.51	0.50	0.49	0.50	0.49	0.48	0.49	0.46
	H	0.55	0.54	0.53	0.54	0.53	0.52	0.53	0.52
	G	0.59	0.58	0.57	0.58	0.56	0.55	0.56	0.55
	F	0.61	0.60	0.58	0.59	0.58	0.58	0.58	0.57
	E	0.64	0.63	0.62	0.63	0.62	0.61	0.61	0.60
	D	0.68	0.65	0.64	0.66	0.65	0.64	0.64	0.63
	C	0.69	0.67	0.65	0.67	0.66	0.64	0.64	0.64
	B	0.70	0.68	0.67	0.68	0.67	0.66	0.66	0.65
	A	0.71	0.70	0.68	0.69	0.67	0.67	0.67	0.66
Luminaria reflector luz medio ancho (incandescente o descarga)	J	0.40	0.36	0.34	0.39	0.36	0.34	0.36	0.33
	I	0.48	0.45	0.43	0.47	0.44	0.43	0.44	0.42
	H	0.52	0.50	0.48	0.51	0.49	0.47	0.49	0.47
	G	0.55	0.53	0.52	0.55	0.52	0.51	0.52	0.51
	F	0.58	0.56	0.53	0.56	0.55	0.53	0.55	0.53
	E	0.62	0.60	0.58	0.61	0.59	0.57	0.58	0.57
	D	0.66	0.63	0.61	0.64	0.62	0.61	0.62	0.61
	C	0.67	0.65	0.62	0.66	0.64	0.62	0.63	0.62
	B	0.69	0.67	0.66	0.67	0.65	0.64	0.65	0.64
	A	0.70	0.68	0.67	0.69	0.67	0.65	0.66	0.62



El factor de reflexión, se define como la relación entre la luz reflejada por una superficie y la luz incidente sobre la misma, se expresa en tanto por ciento y es distinto para diferentes colores.

Para la luz blanca y para distintos colores y tonalidades existe la siguiente tabla empírica normalizada que da el valor de reflexión.

Color de paredes y techos	Factor de reflexión en %
Blanco	70 – 90
Beige claro	70 – 80
Amarillo y crema claro	60 – 75
Verde muy claro	60 – 75
Verde claro	70 – 80
Verde claro y roas	45 – 65
Azul claro	45 – 55
Grís claro	40 – 50
Rojo claro	30 – 50
Marrón claro	30 – 40
Beige oscuro	25 – 35
Marrón, verde, azul oscuros	5 – 20
Negro	3 – 4

### 3.3.7 Cálculo del flujo a instalar

El siguiente paso es calcular el flujo total a instalar, para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$\Phi_T = \frac{E \times S}{\eta \times f_m}$$

Donde:

E = nivel de iluminación en lux según la tarea.

S= superficie del local.

f<sub>m</sub> = factor de mantenimiento, determinado según se ha visto.

η = factor de utilización, determinado según se ha visto.

### 3.3.8 Cálculo del número de luminarias



Una vez calculado el flujo total  $\phi_t$ , como conocemos el flujo que nos aporta cada luminaria  $\phi_i$  (dato proporcionado por el fabricante), podemos calcular el número de luminarias a instalar mediante la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\Phi_T}{nx\Phi_L}$$

Donde:

$N$  = Número de luminarias.

$\Phi_T$  = Flujo a instalar.

$n$  = Número de lámparas por luminaria.

$\Phi_L$  = Flujo de la lámpara.

### 3.3.9 Distribución de las luminarias

La distribución de las luminarias más normal, se obtiene colocando las luminarias de forma simétrica en filas y columnas, cuyo producto da el número total de luminarias instaladas. Es posible reajustar el número de luminarias por exceso o por defecto, por cuestiones de uniformidad.

En los locales de aseos, la separación para baños y duchas llega hasta el techo de la planta, y por tanto se han aumentado el número de luminarias para que todas las estancias estén iluminadas.

## 3.4 Alumbrado interior y exterior

### 3.4.1 Justificación de las lámparas y luminarias empleadas

- Luminarias Philips Cabana HPK150 1xHPI-P400W, estas luminarias vienen con su lámpara de vapor de mercurio de alta presión (VMAP), Philips HPI-P 400W. La luz que emiten estas lámparas es blanca y por lo tanto dan una iluminación más limpia y clara que las de vapor de sodio.

Están recomendadas para alumbrado interior de naves industriales, salas de exposición, supermercados, calles comerciales, grandes almacenes de bricolaje, iglesias, antesalas de aeropuertos y salas de espera de estaciones, en definitiva en locales de gran altura.

- Luminarias de empotrar Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB, estas luminarias vienen con sus lámparas fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840, albergando cuatro tubos fluorescentes. Las lámparas son de descarga de mercurio de baja presión.

La luz que emiten las lámparas fluorescentes es de color blanca, tienen un alto rendimiento luminoso y baja pérdida de lúmenes a lo largo de su vida útil.



Tienen una buena reproducción del color. Están recomendadas para tiendas, escuelas, hospitales, oficinas, edificios industriales, etc.

- Luminaria adosada Philips Mazda TCS 160 2xTL-D58 W HFP DP, estas luminarias vienen con sus lámparas fluorescentes Philips MASTER TL-D 58W/840, albergando 2 fluorescentes de 58 W. Las lámparas son de descarga de mercurio de baja presión.

La luz que emiten las lámparas fluorescentes es de color blanca, tienen un alto rendimiento luminoso y baja pérdida de lúmenes a lo largo de su vida útil. Tienen una buena reproducción del color.

- Lámpara exterior clase I IP54 MPF111 1xHPI-T400W 230. Estas lámparas están recomendadas para su uso en exteriores.

### 3.4.2 Soluciones empleadas

#### Interior:

- **Taller:**

-70 luminarias Philips Cabana HPK150 1xHPI-P400W, incluida lámpara.

- **Almacén:**

-6 luminarias Philips Cabana HPK150 1xHPI-P400W, incluida lámpara.

- **Taller de aplicación y rotulación:**

-21 luminarias Philips Mazda TCS 160 2xTL-D58 W HFP DP.  
-42 tubos fluorescentes Philips MASTER TL-D 58W/840.

- **Centro de transformación:**

-4 luminarias Philips Mazda TCS 160 2xTL-D58 W HFP DP.  
-8 tubos fluorescentes Philips MASTER TL-D 58W/840.

- **Sala de compresores:**

-2 luminarias Philips Mazda TCS 160 2xTL-D58 W HFP DP.  
-4 tubos fluorescentes Philips MASTER TL-D 58W/840.

- **Sala de descanso:**

-4 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.  
-16 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.



- **Laboratorio:**

- 16 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.
- 64 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Aseo masculino 1P:**

- 2 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.
- 8 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Aseo femenino 1P:**

- 2 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.
- 8 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Sala de seguridad:**

- 4 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.
- 16 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Sala de visitas A:**

- 2 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.
- 8 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Sala de visitas B:**

- 2 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.
- 8 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Enfermería:**

- 4 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.
- 16 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Vestuario masculino:**

- 6 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.
- 24 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Vestuario femenino:**

- 6 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.
- 24 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Pasillo:**

- 7 luminarias Philips Mazda TCS 160 2xTL-D58 W HFP DP.



-14 tubos fluorescentes Philips MASTER TL-D 58W/840.

- **Distribuidor:**

-3 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.

-12 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Administración y secretarías:**

-6 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.

-24 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Archivo:**

-3 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.

-12 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Jefe de departamentos:**

-2 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.

-8 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Sala de juntas:**

-4 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.

-16 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Director general:**

-3 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.

-12 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Cuarto de limpieza:**

-1 luminarias Philips Mazda TCS 160 2xTL-D58 W HFP DP.

-2 tubos fluorescentes Philips MASTER TL-D 58W/840.

- **Aseo masculino 2P A:**

-2 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.

-8 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Aseo femenino 2P A:**

-2 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.

-8 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Jefe de calidad:**



- 2 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.
- 8 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Jefe de producción**

- 2 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.
- 8 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Pasillo:**

- 10 luminarias Philips Mazda TCS 160 2xTL-D58 W HFP DP.
- 20 tubos fluorescentes Philips MASTER TL-D 58W/840.

- **Departamento grafico:**

- 4 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.
- 16 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Oficina técnica:**

- 6 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.
- 24 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Área comercial:**

- 6 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.
- 24 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Director comercial:**

- 3 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.
- 12 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Aseo masculino 2P B:**

- 1 luminaria Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.
- 4 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Aseo femenino 2P B:**

- 1 luminaria Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.
- 4 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Sala de formación:**

- 4 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.
- 16 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.



- **Sala de reuniones:**

- 3 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.
- 12 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

- **Dirección:**

- 4 luminarias Philips Mazda TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB.
- 16 tubos fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840.

**Exterior:**

- **Patio:**

- 24 luminarias clase I IP54 MPF111 1xHPI-T400W 230

**3.5. Alumbrados especiales**

Las instalaciones especiales destinadas a alumbrados especiales tienen por objeto asegurar, aún faltando el alumbrado general, la iluminación en los locales y el acceso hasta las salidas, para una eventual evacuación de público o iluminar otros puntos que señalen las salidas.

Se distinguen tres tipos de alumbrado especial: de emergencia, de señalización y de reemplazamiento.

Las líneas que alimentan directamente a los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales, estarán protegidas por interruptores automáticos, con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo.

Una misma líneas no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en la misma dependencia existiesen varios puntos de luz de alumbrado especiales, estos deben ser repartidos al menos entre dos líneas diferentes, aunque un número sea inferior a 12.

El alumbrado de emergencia debe permitir, en caso de fallo general, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior.

Sólo puede ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior. Si esta fuente propia está constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se puede utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

Debe poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.





La iluminación será, como, mínimo de 5 lux en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado.

Entrará en funcionamiento automáticamente al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de éstos baje a menos del 70% de su valor nominal.

Se situará en las salidas de los locales y de las dependencias indicadas en cada caso y en las señales indicadoras de la dirección de los mismos. Cuando existe un cuadro principal de distribución, tanto el local donde está ubicado como sus accesos estarán provistos de este tipo de alumbrado.

Constarán de una instalación de alumbrado de emergencia las siguientes zonas:

- a) Todos los recintos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- b) Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencial o uso hospitalario, y los de zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para evacuación de más de 100 personas.
- c) Todas las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos previos y las escaleras de incendios.
- d) Los aparcamientos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- e) Los locales de riesgo especial y los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- f) Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- g) Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.

Para cumplir las condiciones del articulado puede aplicarse la siguiente regla práctica para la distribución de las luminarias:

- Dotación: 5 lúmenes / m
- Flujo luminoso de las luminarias 4 h, siendo h la altura a las que estén instaladas las luminarias comprendidas entre 2,00 y 2,50 metros.

El alumbrado de señalización se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados períodos de tiempo. Debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezca con público.

Estará alimentado, al menos, por dos suministros, sean ellos normales, complementarios o procedentes de fuente propia de energía eléctrica admitida.



En el eje de los pasos principales debe proporcionar una iluminación mínima de un lux.

Se situará en las salidas de los locales y dependencias indicados en cada caso y en las señalizaciones indicadoras de la dirección de los mismos.

Cuando los locales, dependencias o indicaciones que deben iluminarse con este alumbrado coinciden con los que precisan el de emergencia, los puntos de luz de ambos pueden ser los mismos.

Si el suministro habitual del alumbrado de señalización falla, o su tensión baja a menos del 70 % de su valor nominal, la alimentación del mismo debe pasar automáticamente al segundo suministro.

### 3.5.1 Lámparas y luminarias empleadas

Para llevar a cabo el alumbrado de emergencia se utilizarán los siguientes aparatos autónomos:

- Proyector autónomo de emergencia Legrand de 2x65W y 1500lm.  
Estos proyectores los utilizaremos para el alumbrado de emergencia de la nave.
- Proyector autónomo de emergencia Legrand de 4x15W y 600lm.  
Estos proyectores los utilizaremos para el alumbrado de emergencia de la nave.
- Proyector autónomo de emergencia Legrand de 2x15 W y 365lm.  
Estos proyectores los utilizaremos para el alumbrado de emergencia de la nave.
- Aparatos autónomos de emergencia Legrand; Ref: 6627 07; 6W de 100lm.  
Estos aparatos los utilizaremos para el alumbrado de emergencia de oficinas, edificios exteriores y vestuarios.
- Aparatos autónomos de emergencia Legrand; Ref: 6622 24; 8W de 350lm.  
Estos aparatos los utilizaremos para el alumbrado de emergencia de oficinas, edificios exteriores y vestuarios.
- Aparatos autónomos de emergencia Legrand; 6622 34; 8W de 260lm.  
Estos aparatos los utilizaremos para el alumbrado de emergencia de oficinas, edificios exteriores y vestuarios.
- Aparatos autónomos de emergencia Legrand; Ref: 6627 02; 6W de 100lm.  
Estos aparatos los utilizaremos para el alumbrado de emergencia de oficinas, edificios exteriores y vestuarios.
- Aparatos autónomos de emergencia Legrand; Ref: 6627 05; 6W de 160lm.



Estos aparatos los utilizaremos para el alumbrado de emergencia de oficinas, edificios exteriores y vestuarios.

- Aparatos autónomos de emergencia Legrand; Ref: 6627 06; 6W de 200lm.  
Estos aparatos los utilizaremos para el alumbrado de emergencia de oficinas, edificios exteriores y vestuarios.

La colocación del alumbrado de emergencia y señalización se situarán a una altura de 2,30 m respecto del suelo, justo encima de los marcos de las puertas, excepto en el caso de los proyectores, que se colocarán a una altura de 3 m respecto del suelo.

### 3.5.2 Soluciones adoptadas

- **Taller:**
  - 10 Proyectores autónomos de emergencia Legrand de 2x65W y 1500lm.
  - 4 Aparatos autónomos de emergencia Legrand; Ref: 6627 07; 6W de 100lm.
- **Almacén:**
  - 1 Proyectores autónomos de emergencia Legrand de 4x15W y 600lm.
  - 2 Aparatos autónomos de emergencia Legrand; Ref: 6627 07; 6W de 100lm.
- **Taller de aplicación y rotulación:**
  - 3 Proyectores autónomos de emergencia Legrand de 2x15 W y 365lm.
  - 2 Aparatos autónomos de emergencia Legrand; Ref: 6627 07; 6W de 100lm.
- **Centro de transformación:**
  - 2 Aparatos autónomos de emergencia Legrand; Ref: 6622 24; 8W de 350lm.
- **Sala de compresores:**
  - 2 Aparatos autónomos de emergencia Legrand; Ref: 6627 07; 6W de 100lm.
- **Sala de descanso:**
  - 1 Aparato autónomo de emergencia Legrand; 6622 34; 8W de 260lm.
- **Laboratorio:**
  - 3 Aparatos autónomos de emergencia Legrand; Ref: 6622 24; 8W de 350lm.



- **Aseo masculino 1P:**
  - 1 Aparato autónomo de emergencia Legrand; Ref: 6627 02; 6W de 100lm.
- **Aseo femenino 1P:**
  - 1 Aparato autónomo de emergencia Legrand; Ref: 6627 02; 6W de 100lm.
- **Sala de seguridad:**
  - 1 Aparato autónomo de emergencia Legrand; Ref: 6627 05; 6W de 160lm.
- **Sala de visitas A:**
  - 1 Aparato autónomo de emergencia Legrand; Ref: 6627 02; 6W de 100lm.
- **Sala de visitas B:**
  - 1 Aparato autónomo de emergencia Legrand; Ref: 6627 02; 6W de 100lm.
- **Enfermería:**
  - 1 Aparato autónomo de emergencia Legrand; Ref: 6627 05; 6W de 160lm.
- **Vestuario masculino:**
  - 2 Aparatos autónomos de emergencia Legrand; Ref: 6627 06; 6W de 200lm.
- **Vestuario femenino:**
  - 2 Aparatos autónomos de emergencia Legrand; Ref: 6627 06; 6W de 200lm.
- **Pasillo:**
  - 4 Aparatos autónomos de emergencia Legrand; Ref: 6627 02; 6W de 100lm.
- **Distribuidor:**
  - 1 Aparato autónomo de emergencia Legrand; Ref: 6627 06; 6W de 200lm.
- **Administración y secretarías:**
  - 2 Aparatos autónomos de emergencia Legrand; Ref: 6627 06; 6W de 200lm.
- **Archivo:**



- 1 Aparato autónomo de emergencia Legrand; Ref: 6627 06; 6W de 200lm.
- **Jefe de departamentos:**
  - 1 Aparato autónomo de emergencia Legrand; Ref: 6627 05; 6W de 160lm.
- **Sala de juntas:**
  - 2 Aparatos autónomos de emergencia Legrand; Ref: 6627 05; 6W de 160lm.
- **Director general:**
  - 1 Aparato autónomo de emergencia Legrand; Ref: 6627 05; 6W de 160lm.
- **Cuarto de limpieza:**
  - 1 Aparato autónomo de emergencia Legrand; Ref: 6627 02; 6W de 100lm.
- **Aseo masculino 2P A:**
  - 1 Aparato autónomo de emergencia Legrand; Ref: 6627 02; 6W de 100lm.
- **Aseo femenino 2P A:**
  - 1 Aparato autónomo de emergencia Legrand; Ref: 6627 02; 6W de 100lm.
- **Jefe de calidad:**
  - 1 Aparato autónomo de emergencia Legrand; Ref: 6627 02; 6W de 100lm.
- **Jefe de producción:**
  - 1 Aparato autónomo de emergencia Legrand; Ref: 6627 02; 6W de 100lm.
- **Pasillo:**
  - 6 Aparatos autónomos de emergencia Legrand; Ref: 6627 02; 6W de 100lm.
- **Departamento grafico:**
  - 1 Aparato autónomo de emergencia Legrand; Ref: 6627 06; 6W de 200lm.
- **Oficina técnica:**
  - 2 Aparato autónomo de emergencia Legrand; Ref: 6627 06; 6W de 200lm.
- **Área comercial:**



- 2 Aparatos autónomos de emergencia Legrand; Ref: 6627 05; 6W de 160lm.
- **Director comercial:**
  - 1 Aparato autónomo de emergencia Legrand; Ref: 6627 05; 6W de 160lm.
- **Aseo masculino 2P B:**
  - 1 Aparato autónomo de emergencia Legrand; Ref: 6627 02; 6W de 100lm.
- **Aseo femenino 2P B:**
  - 1 Aparato autónomo de emergencia Legrand; Ref: 6627 02; 6W de 100lm.
- **Sala de formación:**
  - 2 Aparatos autónomos de emergencia Legrand; Ref: 6627 02; 6W de 100lm.
- **Sala de reuniones:**
  - 1 Aparato autónomo de emergencia Legrand; Ref: 6627 06; 6W de 200lm.
- **Dirección:**
  - 2 Aparatos autónomos de emergencia Legrand; Ref: 6627 05; 6W de 160lm.

## 4. Conductores y distribución en baja tensión

### 4.1 Introducción

Se llaman líneas interiores a las instalaciones llevadas a cabo en el interior de los edificios. Comprenden en este caso, desde el punto de conexión con el transformador hasta los aparatos receptores.

Se va a realizar la conducción eléctrica del centro de transformación a los distintos receptores de la instalación, la instalación es de baja tensión y han de emplearse tensiones normalizadas como indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Emplearemos corriente alterna trifásica 400 / 230 V.

Los conductores de corriente eléctrica deben calcularse de modo que tengan la resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea y además no sufran calentamientos excesivos, así como una caída de tensión en el propio conductor dentro de los límites establecidos en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

### 4.2 Factores para el cálculo de cables

Para el cálculo de las líneas de distribución, se tendrán en cuenta los siguientes factores:



1. Calentamiento de los conductores.
2. Caída de tensión y pérdidas de potencia en los conductores.

### 1. Calentamiento de los conductores

Si por un conductor cuya resistencia es “R” ohmios, circula una intensidad de “I” amperios, se eleva su temperatura hasta que el calor transmitido por la corriente al conductor, se iguala al calor cedido por el conductor al ambiente en igual tiempo; según la ley de Joule, la cantidad de calorías recibidas en un segundo es:

$$Q = 0,24 \times I^2 \times R \text{ Calorías}$$

Partiendo de esta fórmula y teniendo en cuenta que las calorías cedidas dependen de la temperatura del conductor respecto del ambiente que la rodea, a su superficie, el material que forma su aislante, etc. Se demuestra que el aumento de temperatura es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad (considerando despreciables las variaciones de la resistencia con la temperatura).

$$\Delta T = \left( \frac{I}{I_n} \right)^2 \times \Delta T_n$$

Siendo:

$\Delta T$  = incremento admisible de la temperatura.

$\Delta T_n$  = incremento de la temperatura en condiciones normales.

$I_n$  = intensidad nominal en condiciones normales.

$I$  = intensidad admisible.

El calor que adquiere un conductor, lo va cediendo a través del medio que le rodea (aislamiento, tubo, pared, aire, etc.), produciéndose un equilibrio entre el calor que recibe por el paso de la corriente y el que desprende hacia el exterior.

El calor que es cedido al exterior es:

$$Q = M \times C \times \Delta T$$

Si la intensidad  $I$  crece, el calor producido por el paso de la corriente crece también. Al cabo de un periodo transitorio, el calor cedido al exterior será igual al producido por el paso de intensidad, por lo tanto este calor cedido al exterior aumenta también, produciéndose por consiguiente un aumento del incremento de la temperatura, pero como la temperatura del exterior es prácticamente constante, el incremento de la temperatura es debido al aumento de la temperatura del conductor.

Si la intensidad es elevada, la temperatura del conductor es elevada, con el peligro de deterioro de los aislantes por no estar diseñados para soportar esas temperaturas (con el riesgo de provocar cortocircuitos).



Por lo tanto, para cada sección de los conductores existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse, que se corresponde con la temperatura máxima admisible que puede soportar esa sección del conductor sin que se produzcan los efectos antes mencionados.

Las intensidades de las corrientes eléctricas admisibles en los conductores, (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, ITC BT 19), se regularán en función de las condiciones técnicas de las redes de distribución y de los sistemas de protección empleados en los mismos.

Los cálculos y condiciones a las que deben ajustarse los proyectos y la ejecución de estas redes están fijados en las instrucciones complementarias correspondientes a este reglamento.

En estas tablas se dan las intensidades máximas admisibles según unas determinadas condiciones (condiciones normales), para cada sección de cable.

Complementando a estas tablas existen otras, que dan unos factores de corrección de esa intensidad admisible, según nuestra instalación varíe de las condiciones normales; como: disposición de los cables, resistividad térmica del suelo (para cables subterráneos), clase de recubrimiento, temperatura ambiente, etc.

## 2. Caída de tensión y pérdidas de potencia en los conductores

Una vez elegida la sección de acuerdo con la intensidad nominal que ha de circular por esa sección, es menor que la intensidad máxima admisible de dicho conductor para dicha sección, deberemos comprobar que cumple las condiciones relativas a la caída de tensión.

La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 4,5% de la tensión nominal en el origen de la instalación para el alumbrado y del 6,5% para la fuerza.

### 4.3 Prescripciones generales

#### 4.3.1 Conductores activos ITC BT 19

Son los destinados a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna.

Los conductores flexibles serán únicamente de cobre.

La sección de los conductores será tal que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 4,5 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 6,5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.





Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para una temperatura ambiente del aire de 40° C y para distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cable, están señaladas en una tabla en la instrucción ITC BT 19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

#### 4.3.1 Conductores de protección ITC BT 19

Si los conductores de protección están constituidos del mismo metal que los conductores de fase, tendrán una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación como se establece a continuación.

Secciones de los conductores de fase (mm <sup>2</sup> )	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S / 2$
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Con un mínimo de 2.5 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.</li> <li>- Con un mínimo de 4 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.</li> </ul>	

Cuando la sección de los conductores de fase o polares sea superior a 35 mm<sup>2</sup>, se puede admitir para los conductores de protección, unas secciones menores que las que resulten de la aplicación de las tablas pero por lo menos iguales a 16 mm<sup>2</sup>.

Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizarán por medio de empalmes, por piezas de conexión de apriete por rosca.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases.

La instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a 1000 x U ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250000 ohmios.

La rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante un minuto una prueba de tensión de 2U + 1000 voltios a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1500 V.



En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de por lo menos 3 cm.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegando el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

#### **4.4 Sistemas de canalizaciones**

##### **4.4.1 Canalizaciones**

Hay muchos sistemas de instalación de los conductores para una canalización fija. Algunas de estas variantes son: conductores desnudos colocados sobre aisladores, conductores aislados colocados sobre aisladores, conductores aislados bajo molduras, conductores aislados fijados directamente sobre las paredes, etc.

La solución más empleada hoy en día es la de conductores aislados sobre bandejas ó a través de tubos.

Cuando las canalizaciones pasen a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techo, se realizará de acuerdo con prescripciones tales como: las canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos, en toda la longitud de los pasos no habrá empalmes o derivaciones, se utilizarán tubos no obturados, etc.

##### **4.4.2 Tubos protectores**

Hay muchas clases de tubos, dependiendo de las necesidades que tengamos.

Algunas de estas son: Tubos metálicos rígidos blindados, tubos metálicos rígidos blindados con aislamiento interior, tubos aislantes rígidos normales curvables, tubos aislantes flexibles normales, tubo PVC rígido, etc.

Los tubos deberían soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60° C para los tubos aislantes constituidos por PVC.
- 70° C para los tubos metálicos aislantes.

Tanto el diámetro de los tubos como el número de conductores que deben pasar por cada uno están largamente especificadas en las tablas de la instrucción ITC BT 21 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Para la colocación de las canalizaciones bajo tubos protectores se tendrán que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.



- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección admisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de materiales aislantes y no propagadores de llama. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo la utilización de bridas de conexión.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrán en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.



- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o “T” apropiados.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.

#### 4.5 Receptores ITC BT 43

Lo referido a los receptores se encuentra expresado en la ITC BT 43.

Los aparatos receptores satisfarán los requisitos concernientes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase del local, emplazamiento, utilización, etc.), teniendo en cuenta los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación, necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos. Soportarán la influencia de los agentes externos a que estén sometidos en servicio, por ejemplo, polvo, humedad, gases y vapores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por medio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento y controlar esa conexión.



#### **4.5.1 Receptores para el alumbrado**

Lo referido a los receptores se encuentra expresado en la ITC BT 44.

Las lámparas de descarga deberán cumplir una serie de condiciones:

- Serán accionadas por interruptores, previstos para cargas inductivas o, en defecto de esta característica, tendrá una capacidad de corte no inferior a dos veces la intensidad del receptor o grupo de receptores.
- Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los conductores de fase.
- En el caso de lámparas fluorescentes, será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,90, cumpliendo así con lo dispuesto en la ITC BT 44.

#### **4.5.2 Receptores a motor ITC BT 47**

Lo referido a los receptores se encuentra expresado en la ITC BT 47.

Según indica el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en su Instrucción 47, las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo serán las siguientes:

##### **4.5.2.1 Un solo motor**

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor.

##### **4.5.2.2 Varios motores**

Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma de 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás motores.

#### **4.6 Tomas de corriente**

##### **4.6.1 Introducción**

Las bases de toma de corriente utilizadas en las instalaciones interiores o receptoras serán de acuerdo a la norma UNE 20315. Sin embargo, las bases de toma de corriente para uso industrial seguirán lo acordado en la Norma UNA 60309.



El cálculo de la potencia a instalar en las tomas de corriente se encuentra en el documento CÁLCULOS del presente proyecto.

#### 4.6.2 Tipos de tomas de corriente

Las tomas de corriente que se van a colocar en este proyecto serán tanto monofásicas como trifásicas, definiéndolas de la siguiente manera:

- Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (2P+T)
- Tomas de corriente trifásicas de 16 A a 400 V. (4P+T)

#### 4.6.3 Situación y número de tomas de corriente

Las tomas irán fijadas a las paredes por sus medios convencionales y a una altura de 20 cm en la zona de oficinas. En todas las zonas de la Nave industrial las tomas de corriente irán a una altura de 1,5 metros, agrupadas en unos cuadros con sus protecciones, cumpliendo así lo establecido en la ITC-BT-27.

#### 4.7 Proceso para el cálculo de secciones

1. Se diferencian los cálculos de fuerza y alumbrado.
2. Se determinan las intensidades que circulan por cada tramo.
3. Se calcula la sección según la intensidad admisible.
4. Se calculan las caídas de tensión en los distintos tramos teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables de longitud e intensidad que pueden darse.
5. Si la caída de tensión en ese tramo es mayor que la fijada, procederemos a tomar un conductor de sección superior, y volveremos a repetir el cálculo de la caída de tensión, hasta que esté dentro de los márgenes que nos fijan.

La caída de tensión por línea depende de donde se encuentre ésta y de la función a la que ha sido encomendada. Así, para la acometida, que es la línea que une el transformador con el cuadro general de distribución, es permitida una caída de tensión tal del 1,5% de la tensión nominal. En el caso de la fuerza y el alumbrado se permiten un 6,5 % y un 4,5 % de la tensión nominal respectivamente. Los cálculos se basan en las siguientes fórmulas:

##### 1. Criterio de la caída de tensión

###### a. Para líneas trifásicas

$$S = \frac{2 \times L \times P}{c \times u \times V}$$



- b. Para líneas monofásicas

$$S = \frac{L \times P}{c \times u \times V}$$

Donde:

$S$  = Sección ( $\text{mm}^2$ )

$L$  = Longitud de la línea (m)

$P$  = Potencia conectada (W)

$c$  = Conductividad del cobre ( $\text{S/m}=56$ )

$u$  = Caída de tensión admisible (6,5% para fuerza y 4,5% para alumbrado)

$V$  = Tensión nominal (V)

## 2. Criterio térmico

- a. Para líneas trifásica

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

- b. Para líneas monofásicas

$$I = \frac{P}{V}$$

Donde:

$I$  = Intensidad (A)

$P$  = Potencia conectada (W)

$V$  = Tensión nominal (V)

## 4.8 Normas para la elección del cable

Además de lo expuesto anteriormente para el cálculo del conductor, se harán las siguientes consideraciones a la hora de elegir el cable:

1. El aislamiento del cable ha de ser tal que asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente el aislamiento del cable se determina con los picos de tensión que este tiene que soportar en cualquier momento.
2. La sección del cable a colocar en el alumbrado normalmente la determina la caída de tensión (si la longitud no es pequeña).
3. El cable elegido, teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación.



La sección de los conductores de fuerza la determina la corriente a transportar y el calentamiento que esta puede producir, de tal forma que nunca se superen temperaturas determinadas por encima de las cuales el cable se deteriora.

Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

#### **4.9 Normas para la elección del tubo ITC BT 21**

Para la elección del tubo protector de los conductores de distribución se ha atendido a lo dispuesto en la ITC BT 21 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Los tubos deberán soportar como mínimo sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60° C para los tubos aislantes constituidos por PVC o polietileno.
- 70° C para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

Los diámetros de los tubos se eligen de acuerdo a las tablas que aparecen en la ITC BT 21 del citado reglamento. En estas tablas viene expresado el diámetro exterior mínimo en función del número, clase y sección de los conductores que ha de alojar, según el sistema de instalación y la clase de los tubos.

Para tubos en canalizaciones fijas en superficie, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 2,5 veces la sección total ocupada por los conductores.

Para tubos en canalizaciones empotradas, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 3 veces la sección total ocupada por los conductores.

Para canalizaciones aéreas o con tubos al aire, para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección total ocupada por los conductores.

Para tubos en canalizaciones enterradas, para más de 10 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección total ocupada por los conductores.

El trazado de las canalizaciones se hará preferentemente siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales.





Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan los conductores.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos nos estarán separados entre si más de 25 metros.

Las conexiones entre los conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante.

#### 4.10 Soluciones adoptadas

##### 1. Conductores:

HEPRZ1 ALH-16 12/20 kV GENERAL CABLE, (para la acometida).

Conductor: Aluminio, semirrígido clase 2.

Aislamiento: Etileno–propileno de alto modulo 105°C (HEPR).

Pantalla: Corona de hilos de cobre.

Cubierta: Poliolefina termoplástica libre de halógenos.

Tª de servicio:

Servicio permanente: 105°.

RV-K 0,6/ 1 kV GENERAL CABLE, (para instalaciones interiores).

Conductor: Cobre recocido flexible clase 5.

Aislamiento: Polietileno reticulado PVC.

Cubierta: PVC.

Tª de servicio:

Servicio permanente: 70°.

Cortocircuito: 160°.

Tendrán sección suficiente para las caídas de tensión, conforme al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y contada desde el origen de la instalación no excedan del 4,5 % para el alumbrado y del 6,5 % para la fuerza, siendo las intensidades admisibles por los conductores, en todos los casos, siempre superiores a las máximas previsibles para el circuito de la instalación.

Las secciones adoptadas, se justifican en el documento CÁLCULOS del presente proyecto, tanto por lo que se refiere a intensidades admisibles como a caídas de tensión.

##### 2. Canalizaciones

La canalización por donde se llevarán los conductores se dividirá en las siguientes partes:

###### a) Acometida:



La acometida partirá desde la red de distribución de la que nos suministra IBERDROLA, hasta el centro de transformación. Irá enterrada bajo tubo en una zanja.

Se llevará una terna de cables, constituida por tres fases y neutro, cada una de las fases por un conductor unipolar de 50 mm<sup>2</sup>.

b) Canalización general:

La canalización general de la nave se realizará a través de bandeja portacables de malla de acero galvanizado, se llevará canalizado desde la C.G.P. a los diferentes cuadros de la empresa. Esta bandeja irá rodeando las diferentes zonas de la empresa, a una altura de 3 metros. Las bajantes a los cuadros auxiliares se hará a través de bandeja portacables y en los últimos 3 metros esta bandeja llevará una tapa para no tener acceso fácil a los conductores y evitar de esta manera peligros.

c) Derivaciones:

La derivación de esta canalización a las diferentes máquinas se realizará a través de bandeja portacables y en las bajantes la bandeja irá con tapa.

Así mismo las derivaciones a la zona de oficinas se realizará a través de una bandeja portacables que irá por encima del falso techo.

## 5. Protecciones en baja tensión

### 5.1 Introducción

En las instalaciones de baja tensión, y de acuerdo con las instrucciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC BT 22, ITC BT 23, ITC BT 24; se deben considerar las siguientes protecciones:

a) Protección de la instalación

- Contra sobrecargas.
- Contra cortocircuitos.

b) Protección de las personas

- Contra contactos directos.
- Contra contactos indirectos.

### 5.2 Protección de la instalación



Los dispositivos de protección tienen por finalidad registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosa, así como para limitar las sobreintensidades.

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. Un dispositivo de protección se considera selectivo cuando solamente dispara el interruptor inmediatamente anterior al punto defectuoso, tomando como base el sentido de flujo de la energía. En caso de fallar el interruptor, tiene que actuar otro de orden superior.

Se entiende por tiempo de escalonamiento, el intervalo necesario para que dispare con seguridad sólo el elemento de protección anterior al punto de defecto.

Las características de disparo de los diversos elementos de protección no deben entrecruzarse.

### 5.2.1 Protección contra sobrecargas

Se denomina sobrecarga, al paso de una intensidad superior a la nominal de la instalación. Esta intensidad superior a la nominal, no producirá daños en la instalación si su duración es breve, sin embargo si la duración es larga se producirán daños, ya que los aparatos receptores y conductores no están preparados para soportar este incremento de temperatura a la que se verán sometidos como consecuencia del incremento de la intensidad.

La consecuencia más directa de la sobrecarga, es una elevación de la temperatura, que por otra parte es la causa directa de los desperfectos que pueda ocasionar la sobrecarga en la instalación.

Las protecciones que se utilizan contra las sobrecargas, se tratan esencialmente de una protección térmica, o sea, basada en la medición directa o indirecta de la temperatura del objeto que se ha de proteger, permitiendo además la utilización racional de la capacidad de sobrecarga de este mismo objeto.

La medida directa de la temperatura se realiza por medio de una imagen térmica o relé térmico más o menos aproximado que reproduce las condiciones de carga y calentamiento del objeto que se ha de proteger.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas vienen indicados en la instrucción ITC BT 22 y son los siguientes:

- Cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.
- Interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte.

### 5.2.2 Protecciones contra cortocircuitos



Es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones sobre los cortocircuitos:

- Corriente de cortocircuito

Es la corriente que fluye por el punto en que se ha producido el cortocircuito mientras este dure.

La corriente de cortocircuito transcurre, generalmente, en un principio de forma asimétrica con respecto a la línea cero y contiene una componente alterna y otra continua. La componente de corriente alterna se amortigua hasta alcanzar el valor de la intensidad permanente de cortocircuito, mientras que la componente de corriente continua se atenúa hasta anularse.

- Corriente alterna de cortocircuito

Es la componente de la corriente de cortocircuito que fluye al punto defectuoso a través de las distintas derivaciones.

- Impulso de la corriente de cortocircuito

Es el máximo valor instantáneo de la corriente después de producirse el cortocircuito. Se indica como valor de cresta. Varía según el momento en que se produzca el cortocircuito.

- Corriente alterna inicial de cortocircuito

Es el valor eficaz de la intensidad de la corriente alterna de cortocircuito en el momento de producirse este.

- Corriente permanente de cortocircuito

Es el valor eficaz de la corriente alterna que permanece después de finalizado el proceso de amortiguamiento. Depende de la excitación de los generadores. Si no se indica otra cosa, en los generadores se entiende por corriente permanente de cortocircuito la que se establece en caso de cortocircuito en todos los polos de las bornas y a la excitación nominal.

- Potencia inicial de cortocircuito

Es igual al producto entre la intensidad de la corriente alterna inicial de cortocircuito, la tensión de servicio y el factor de concatenación.

- Retardo mínimo de desconexión

Es el tiempo que transcurre entre el momento de producirse el cortocircuito y la separación de los contactos al abrir el cortocircuito en todos los polos del interruptor.



El retardo mínimo de desconexión viene dado por la suma del tiempo propio de reacción del relé y el tiempo de ruptura del interruptor. Los retardos ajustables de los dispositivos de disparo no deben considerarse, puesto que el retardo mínimo de desconexión no incluye los tiempos de retardo intencionado.

- Tipos de cortocircuito según las clases de defecto

Cortocircuitos tripolares, cortocircuitos bipolares, cortocircuitos bipolares con contacto a tierra y contactos a tierra simples y dobles.

- Impedancia de cortocircuito

Es la impedancia de la trayectoria total de la corriente de cortocircuito. Lo que caracteriza a los cortocircuitos en las instalaciones eléctricas, es que el valor de la intensidad que circula es muy grande. La intensidad permanente de cortocircuito suele ser superior a 10 veces la intensidad nominal de la instalación.

En los casos en que se produzcan cortocircuitos lo que interesa, es una interrupción rápida de la corriente por el punto más cercano al cortocircuito.

Los dispositivos de protección contra cortocircuitos vienen indicados en la instrucción ITC BT 22 y son los siguientes:

- Cortocircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.
- Interruptor automático con sistema de corte omnipolar.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de conexión.

Se admite, no obstante que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecarga, mientras que un solo dispositivo general, pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Para la correcta aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20460 se deberá aplicar lo indicado en la tabla 1 de la ITC BT 22, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

### 5.2.3 Proceso para el cálculo de las corrientes de cortocircuito

#### Ley general:

El valor de la corriente de cortocircuito se obtiene por la relación:



$$I_{cc} = \frac{U_s}{\sqrt{3} * Z_t}$$

Donde:

$I_{cc}$  = corriente de cortocircuito eficaz en KA

$U_s$  = tensión entre fases en vacío del secundario del transformador

$Z_T$  = impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en  $m\Omega$ .

### Cálculo de $Z_t$ :

Cada constituyente de una red de baja tensión se caracteriza por una impedancia  $Z$  compuesta de:

- Un elemento resistente **R**.
- Un elemento inductivo **X** llamado reactancia.

El método consiste en descomponer la red en trozos y en calcular para cada uno de ellos los valores de  $R$  y  $X$ , después se suman aritméticamente por separado.

A continuación se compone un triángulo rectángulo de forma que la suma de las  $R$  es un cateto y la suma de las  $X$  es el otro cateto, la hipotenusa es el valor de  $Z_T$  que estamos buscando y se halla mediante el teorema de Pitágoras:

$$Z_t = \sqrt{R^2 + X^2}$$

### Determinación de la impedancia “aguas arriba de la red”:

La potencia de cortocircuito de la red es un dato que suministra la compañía eléctrica (400 MVA).

Despreciando la resistencia frente a la reactancia se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba desde el secundario del transformador:

$$Z = X = \frac{U_s^2}{S_{cc}}$$

Donde:

$U_s^2$  = tensión en vacío del secundario en voltios.

$S_{cc}$  = potencia de cortocircuito en KVA.

$Z, X$  = impedancia o reactancia aguas arriba en  $m\Omega$ .

### Transformador:

Para un cálculo aproximado, se puede despreciar la resistencia debida a las pérdidas en el cobre según la relación:



$$Z = X = \frac{U_s^2}{S_n} * \frac{U_{cc}}{100}$$

Donde:

Us = tensión en vacío entre fases en voltios.

Ucc = tensión de cortocircuito en % (6%)

S = potencia aparente en KVA (1000 KVA)

Z, X = impedancia o reactancia al secundario en mΩ.

La resistencia, o parte real de la impedancia del transformador es despreciable.

La resistencia y reactancia de todo el aparillaje de alta tensión lo consideramos despreciable.

### Conductores:

La resistencia de los conductores se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$R = \frac{L}{S} * \rho$$

Donde:

R = resistencia del conductor (Ω).

ρ = resistividad del conductor (en nuestro caso cobre).

L = longitud del conductor.

S = sección por fase del conductor.

El cálculo de la reactancia:

$$X = 0,15 * L$$

Donde:

X = reactancia del conductor (para secciones inferiores a 25 mm<sup>2</sup> se podría despreciar la reactancia).

L= longitud del conductor (m).

### 5.3 Protección de las personas

Siempre que existe entre dos puntos una diferencia de potencial y un elemento conductor los une entre sí, se establecerá una corriente eléctrica entre ellos. La circulación de la corriente por las personas se puede producir de dos formas posibles:



- a) Cuando las personas se pongan en contacto con una parte eléctrica que normalmente estará en tensión (contacto directo) debido a que un conductor descubierto se ha hecho accesible por ruptura, defecto de aislamiento, etc.
- b) Cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica accidentalmente bajo tensión (contacto indirecto), como puede ser la carcasa conductora de un motor o máquina, etc., que puedan quedar bajo tensión por defecto de aislamiento por confusión en la conexión del conductor de protección con el de fase activa.

Diversos estudios se han realizado para determinar con exactitud, los valores peligrosos en intensidad y tiempo, trazándose de esta forma curvas límites tiempo-corriente para diferentes grados de peligrosidad. En general, valores inferiores a 30 mA se ha comprobado que no son peligrosos para el hombre, así como tiempos inferiores a 30 ms. Como es lógico, los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano. Las distintas precauciones que se emplean tenderán a limitar la tensión de contacto.

La tensión límite convencional según la instrucción ITC BT 24 es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo 24 V para las instalaciones de alumbrado público.

El Reglamento Electrotécnico para Baja tensión fija unos valores de tensiones máximas de contacto que son:

- En locales o emplazamientos húmedos 24 V.
- En locales secos la tensión será inferior a 50 V.

El grado de peligrosidad de la corriente eléctrica para la persona que pueda establecer contacto directo o indirecto, dependerá de factores fisiológicos, e incluso de su estado concreto en el momento del contacto; sin embargo, al margen de ello, a nivel general, se puede decir que depende del valor de la corriente que pasa por él y de la duración de la misma.

### 5.3.1 Protección contra contactos directos

Para considerar satisfecha en las instalaciones la protección contra contactos directos, se llevará a cabo alguno de los métodos indicados en la Norma UNE 20460 que son:

- Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente a un valor no superior a 1 mA.
- Protección por medio de barreras o envolventes; las partes activas se situarán en el interior de las envolventes o detrás de las barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB según UNE 20324.
- Protección por medio de obstáculos que impidan todo contacto accidental con





las partes activas de la instalación. Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica, a los locales de servicio eléctrico sólo accesibles al personal autorizado.

- Protección por alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentren o circulen que no sea posible un contacto fortuito con las manos por la manipulación de objetos conductores cuando estos se utilicen habitualmente cerca de la instalación. Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica, a los locales de servicio eléctrico sólo accesibles al personal autorizado.

- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual; el empleo de dispositivos de corriente diferencial- residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida; tales dispositivos no constituyen por sí mismos una medida de protección completa.

En la instalación se adoptará principalmente que todos los conductores activos estarán recubiertos por aislamientos apropiados.

### 5.3.2 Protecciones contra contactos indirectos

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc.

Las medidas de protección contra contactos indirectos dependen del esquema de distribución; siendo en este caso un esquema TT las características y prescripciones serán las siguientes:

- Todas las masas de los equipos eléctricos y protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.
- El punto neutro de cada generador o transformador, o, si no existe, un conductor de fase de cada generador o transformador, debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_A * I_A < U$$

Donde:

$R_A$  = suma de las resistencias de tima de tierra y de los conductores de protección de las masas.

$I_A$  = corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección.

$U$  = tensión de contacto límite convencional.



Los dispositivos de protección utilizados en el esquema TT son los siguientes:

- Dispositivos de protección de corriente diferencial residual.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles o interruptores automáticos.

Con miras a la selectividad pueden instalarse dispositivos de corriente diferencial residual temporizada, en serie con dispositivos de protección diferencial- residual de tipo general, con un tiempo de funcionamiento como máximo igual a 1 s.

### 5.4 Solución adoptada

En la caja general de protección se ha de colocar un interruptor automático de cabecera. A continuación cada línea dispondrá de un interruptor diferencial. Se colocan de esta manera con el fin de que hubiese algún fallo imprevisto (contacto indirecto), no nos quedemos sin suministro en toda la nave. A parte de esto, también se ha de colocar un interruptor automático al principio de cada una de las líneas, para la protección de éstas. La línea que va a la batería de condensadores está protegida por su interruptor automático y su interruptor diferencial.

Para los cuadros auxiliares cada línea estará protegida por un interruptor automático y abra un interruptor diferencial por cada 5 líneas como máximo.

La distribución de las distintas protecciones estará representada en los planos de los cuadros auxiliares.

Los elementos de protección utilizados son de la marca ABB. Para su elección se tendrá en cuenta, aparte del calibre y del poder de corte, la selectividad y las curvas de limitación de los mismos que aparecen en los catálogos comerciales.

La protección diferencial debe ser selectiva para lo cual se debe dotar a los diferenciales situados en cabecera de línea una sensibilidad menor que la de los interruptores diferenciales situados aguas abajo.

Los cuadros de la instalación quedan definidos de la siguiente manera:

#### 5.4.1 Cuadro general de protección 1

##### ENTRADA:

Sección del cable: 3x4x240mm<sup>2</sup> Cu  
RZ1-K 0,6/1 KV GENERAL CABLE.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:  
Características principales:



- Calibre: 1000A
- Poder de corte: 50 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

### SALIDAS:

Línea cuadro auxiliar 1.

Sección del cable: 2x4x95 + 50 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:  
Características principales:
  - Calibre: 400A
  - Sensibilidad: 500 mA
  - N° de polos: 4P
- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:  
Características principales:
  - Calibre: 400A
  - Poder de corte: 50 KA
  - N° de polos: III+N
  - Curva D

Línea cuadro auxiliar 2.

Sección del cable: 4x70 + 35 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:  
Características principales:
  - Calibre: 160A
  - Sensibilidad: 500 mA
  - N° de polos: 4P
- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:  
Características principales:
  - Calibre: 160A
  - Poder de corte: 50 KA
  - N° de polos: III+N
  - Curva D



### Línea cuadro auxiliar 3.

Sección del cable: 4x240 + 120 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 320A
- Sensibilidad: 500 mA
- N° de polos: 4P

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 320A
- Poder de corte: 50 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

### Línea cuadro auxiliar 7.

Sección del cable: 4x25 + 16 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Sensibilidad: 500 mA
- N° de polos: 4P

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Poder de corte: 50 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

### Línea cuadro auxiliar 8.

Sección del cable: 2x4x185 + 95 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:



- Calibre: 630A
- Sensibilidad: 500 mA
- N° de polos: 4P

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 630A
- Poder de corte: 50 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Línea de la batería de condensadores

Sección del cable: 3x4x150 + 95 TT mm<sup>2</sup>

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 800A
- Poder de corte: 50 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 800 A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

## 5.4.2 Cuadro general de protección 2

### ENTRADA:

Sección del cable: 3x4x240mm<sup>2</sup> Cu

RZ1-K 0,6/1 KV GENERAL CABLE.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 1000A
- Poder de corte: 50 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

SALIDAS:

Línea cuadro auxiliar 4.

Sección del cable: 4x95 + 50 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 200A
- Sensibilidad: 500 mA
- N° de polos: 4P

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 200A
- Poder de corte: 50 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Línea cuadro auxiliar 5.

Sección del cable: 4x150 + 95 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 250A
- Sensibilidad: 500 mA
- N° de polos: 4P

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 250A
- Poder de corte: 50 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Línea cuadro auxiliar 6.

Sección del cable: 4x240 + 120 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE



- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 320A
- Sensibilidad: 500 mA
- N° de polos: 4P

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 320A
- Poder de corte: 50 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Línea cuadro auxiliar 9.

Sección del cable: 2x4x95 + 50 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 400A
- Sensibilidad: 500 mA
- N° de polos: 4P

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 400A
- Poder de corte: 50 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Diferencial 1

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

Línea muelle salida.

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu



### RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 50 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Línea Toma T1

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

### RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 50 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Diferencial 2

Línea Al. T1

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

### RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

Línea Em. T1

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

### RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE





- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

Línea Em. T2

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

Línea de la batería de condensadores

Sección del cable: 2x4x185 + 95 TT mm<sup>2</sup>

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 630A
- Poder de corte: 50 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 630 A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

#### 5.4.3 Cuadros secundarios

Desde el Cuadro General se alimentará a varios cuadros secundarios. Se rotularán de modo que pueda identificarse cada protección con su circuito o máquina.



### 5.4.3.1 Cuadro auxiliar 1

#### ENTRADA:

Sección del cable: 2x4x95 + 50 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RZ1-K 0,6/1 KV GENERAL CABLE.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 400A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

#### SALIDAS:

Diferencial 1

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

Circuito 1.1:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 1.2:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 1.3:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 1.4:

Sección del cable: 4x10 + 10 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 50A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 1.5:

Sección del cable: 4x25 + 16 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 1.6:

Sección del cable: 4x25 + 16 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Diferencial 2

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

Circuito 1.7:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:



- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

Circuito 1.8:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

Circuito 1.9:

Sección del cable: 4x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 20A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

Circuito 1.10:

Sección del cable: 4x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 20A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

Circuito 1.11:



Sección del cable: 4x10 + 10 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Diferencial 3

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 63A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

Circuito 1.12:

Sección del cable: 4x10 + 10 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 1.13:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

Circuito 1.14:



Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva B

Circuito 1.15:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

Diferencial 4

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 125A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

Circuito 1.16:

Sección del cable: 4x35 + 16 TT mm<sup>2</sup>

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 100A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

**Circuito 1.17:**

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

**Circuito 1.18:**

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

**Circuito 1.19:**

Sección del cable: 4x4 + 4 TT mm<sup>2</sup>

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

**Diferencial 5**

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 2P



**Circuito 1.20:**

Sección del cable: 2x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

**Circuito 1.21:**

Sección del cable: 2x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

**Circuito 1.22:**

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

**Circuito 1.23:**

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

**Características principales:**

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

**5.4.3.2 Cuadro auxiliar 2****ENTRADA:**

Sección del cable: 4x70 + 35 TT mm<sup>2</sup> Cu

RZ1-K 0,6/1 KV GENERAL CABLE.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

**Características principales:**

- Calibre: 160A
- Poder de corte: 15 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

**SALIDAS:****Diferencial 1**

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

**Características principales:**

- Calibre: 125A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

**Circuito 2.1:**

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

**Características principales:**

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 15 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

**Circuito 2.2:**



Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 15 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

Circuito 2.3:

Sección del cable: 4x10 + 10 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 50A
- Poder de corte: 15 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 2.4:

Sección del cable: 4x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 20A
- Poder de corte: 15 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

Circuito 2.5:

Sección del cable: 4x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

**Características principales:**

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 15 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

**Diferencial 2**

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

**Características principales:**

- Calibre: 25A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

**Circuito 2.6:**

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

**Características principales:**

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 15 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

**Circuito 2.7:**

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

**Características principales:**

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 15 KA
- N° de polos: III+N
- Curva B

**Circuito 2.8:**

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 15 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

Circuito 2.9:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 15 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

Diferencial 3

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 63A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

Circuito 2.10:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 15 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C



## Circuito 2.11:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 15 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

## Circuito 2.12:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 15 KA
- N° de polos: III+N
- Curva B

## Circuito 2.13:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 15 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

## Circuito 2.14:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 15 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

#### Diferencial 5

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 2P

#### Circuito 2.15:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 10 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

#### Circuito 2.16:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 20A
- Poder de corte: 10 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

#### Circuito 2.17:



Sección del cable: 2x4 + 4 TT mm<sup>2</sup>  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 10 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

Circuito 2.18:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 10 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

Circuito 2.19:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 10 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

### 5.4.3.3 Cuadro auxiliar 3

#### ENTRADA:

Sección del cable: 4x240 + 120 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RZ1-K 0,6/1 KV GENERAL CABLE.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:





- Calibre: 320A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

### SALIDAS:

#### Circuito Cuadro Of. 1

Sección del cable: 4x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 25A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

#### Circuito Cuadro Of. 2

Sección del cable: 4x6 + 6 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 25A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 25A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N



- Curva D

#### Diferencial 1

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 63A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

#### Circuito 3.1:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

#### Circuito 3.2:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

#### Circuito 3.3:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A



- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 3.4:

Sección del cable: 4x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 3.5:

Sección del cable: 4x150 + 95 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 250A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 250A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

Diferencial 2

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 100A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P



### Circuito 3.6:

Sección del cable: 4x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 20A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

### Circuito 3.7:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

### Circuito 3.8:

Sección del cable: 4x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 20A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

### Circuito 3.9:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 3.10:

Sección del cable: 4x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

Circuito 3.11:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Diferencial 3

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 2P



## Circuito 3.12:

Sección del cable: 2x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

## Circuito 3.13:

Sección del cable: 2x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

## Circuito 3.14:

Sección del cable: 2x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

## Diferencial 4

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:



- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 2P

Circuito 3.15:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

Circuito 3.16:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

Circuito 3.17:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

Circuito 3.18:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

#### 5.4.3.4 Cuadro auxiliar 4

##### ENTRADA:

Sección del cable: 4x95 + 50 TT mm<sup>2</sup> Cu

RZ1-K 0,6/1 KV GENERAL CABLE.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 200A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

##### SALIDAS:

##### Diferencial 1

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 63A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

##### Circuito 4.1:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N





- Curva D

Circuito 4.2:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 4.3:

Sección del cable: 4x10 + 10 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Diferencial 2

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 125A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

Circuito 4.4:

Sección del cable: 4x16 + 16 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A



- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 4.5:

Sección del cable: 4x10 + 10 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 50A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 4.6:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Diferencial 3

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 125A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

Circuito 4.7:



Sección del cable: 4x10 + 10 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 4.8:

Sección del cable: 4x10 + 10 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 4.9:

Sección del cable: 4x10 + 10 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 4.10:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

#### Diferencial 4

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 25A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 2P

#### Circuito 4.11:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

#### Circuito 4.12:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B



Circuito 4.13:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

Circuito 4.14:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

Circuito 4.15:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

#### 5.4.3.5 Cuadro auxiliar 5

ENTRADA:



Sección del cable: 4x150 + 95 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RZ1-K 0,6/1 KV GENERAL CABLE.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 250A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

### SALIDAS:

#### Diferencial 1

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 100A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

#### Circuito 5.1:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

#### Circuito 5.2:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N



- Curva D

Circuito 5.3:

Sección del cable: 4x25+ 16 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Diferencial 2

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 63A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

Circuito 5.4:

Sección del cable: 4x10 + 10 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 5.5:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:



- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 5.6:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 5.7:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 5.8:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D





### Diferencial 3

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 125A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

### Circuito 5.9:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

### Circuito 5.10:

Sección del cable: 4x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

### Circuito 5.11:

Sección del cable: 4x10 + 10 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:



- Calibre: 40A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 5.12:

Sección del cable: 4x10 + 10 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 50A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Diferencial 4

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Sensibilidad: 100 mA
- N° de polos: 4P

Circuito 5.13:

Sección del cable: 4x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

Circuito 5.14:

Sección del cable: 4x10 + 10 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

#### Diferencial 5

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 63A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 2P

#### Circuito 5.15:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

#### Circuito 5.16:

Sección del cable: 2x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 20A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

#### Circuito 5.17:



Sección del cable: 2x4 + 4 TT mm<sup>2</sup>  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

Circuito 5.18:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

Circuito 5.19:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

#### 5.4.3.6 Cuadro auxiliar 6

##### ENTRADA:

Sección del cable: 4x240 + 120 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RZ1-K 0,6/1 KV GENERAL CABLE.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 320A



- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

### SALIDAS:

#### Circuito Cuadro Of. 3

Sección del cable: 4x16 + 16 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:  
Características principales:
  - Calibre: 80A
  - Sensibilidad: 300 mA
  - N° de polos: 4P
- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:  
Características principales:
  - Calibre: 80A
  - Poder de corte: 36 KA
  - N° de polos: III+N
  - Curva D

#### Circuito Cuadro Of. 4

Sección del cable: 4x6 + 6 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:  
Características principales:
  - Calibre: 40A
  - Sensibilidad: 300 mA
  - N° de polos: 4P
- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:  
Características principales:
  - Calibre: 32A
  - Poder de corte: 36 KA
  - N° de polos: III+N
  - Curva C



## Diferencial 1

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

## Circuito 6.1:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

## Circuito 6.2:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

## Circuito 6.3:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA



- N° de polos: III+N
- Curva D

#### Circuito 6.4:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

#### Circuito 6.5:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

#### Diferencial 2

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 125A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

#### Circuito 6.6:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 6.7:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 6.8:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

Circuito 6.9:

Sección del cable: 4x10 + 10 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 50A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N





- Curva D

Circuito 6.10:

Sección del cable: 4x10 + 10 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 50A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Diferencial 3

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 100A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

Circuito 6.11:

Sección del cable: 4x16 + 16 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 6.12:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 6.13:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 6.14:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Diferencial 4

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Sensibilidad: 100 mA
- N° de polos: 4P

Circuito 6.15:



Sección del cable: 4x4 + 4 TT mm<sup>2</sup>  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 6.16:

Sección del cable: 4x16 + 16 TT mm<sup>2</sup>  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 63A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Diferencial 5

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 25A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 2P

Circuito 6.17:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D



Circuito 6.18:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup>

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

#### 5.4.3.7 Cuadro auxiliar 7

ENTRADA:

Sección del cable: 4x25 + 16 TT mm<sup>2</sup> Cu

RZ1-K 0,6/1 KV GENERAL CABLE.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Poder de corte: 10 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

SALIDAS:

Diferencial 1

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 63A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

Circuito 7.1:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 10 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 7.2:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 10 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 7.3:

Sección del cable: 4x1,5+ 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 10 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 7.4:

Sección del cable: 4x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 10 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D



## Diferencial 2

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

## Circuito 7.5:

Sección del cable: 4x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 10 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

## Circuito 7.6:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 10 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

## Circuito 7.7:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:



## Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 10 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

## Circuito 7.8:

Sección del cable: 4x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

## Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 10 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

## Diferencial 3

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

## Características principales:

- Calibre: 25A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 2P

## Circuito 7.9:

Sección del cable: 2x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

## Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

## Circuito 7.10:

Sección del cable: 4x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu



## RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

Circuito 7.11:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

## RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

### 5.4.3.8 Cuadro auxiliar 8

#### ENTRADA:

Sección del cable: 2x4x185 + 95 TT mm<sup>2</sup> Cu

## RZ1-K 0,6/1 KV GENERAL CABLE.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 630A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

#### SALIDAS:

Circuito Cuadro Of. 5

Sección del cable: 4x10 + 10 TT mm<sup>2</sup> Cu

## RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE





- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito Cuadro Of. 6

Sección del cable: 4x10 + 10 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 63A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 50A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

Diferencial 1

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 25A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

**Circuito 8.1:**

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

**Circuito 8.2:**

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

**Circuito 8.3:**

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

**Circuito 8.4:**

Sección del cable: 4x70+ 35 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:



## Características principales:

- Calibre: 160A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

## Características principales:

- Calibre: 160A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

## Circuito 8.5:

Sección del cable: 4x70+ 35 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

## Características principales:

- Calibre: 160A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

## Características principales:

- Calibre: 160A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

## Circuito 8.6:

Sección del cable: 4x16+ 16 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

## Características principales:

- Calibre: 80A
- Poder de corte: 36 KA



- N° de polos: III+N
- Curva D

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

Circuito 8.7:

Sección del cable: 4x16+ 16 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

Diferencial 2

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 125A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

Circuito 8.8:

Sección del cable: 4x16 + 16 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

**Características principales:**

- Calibre: 80A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

**Circuito 8.9:**

Sección del cable: 4x10 + 10 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

**Características principales:**

- Calibre: 50A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

**Diferencial 3**

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

**Características principales:**

- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 100 mA
- N° de polos: 4P

**Circuito 8.10:**

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

**Características principales:**

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

**Circuito 8.11:**



Sección del cable: 4x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 8.12:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 25A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 2P

#### 5.4.3.9 Cuadro auxiliar 9

##### ENTRADA:

Sección del cable: 2x4x95 + 50 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RZ1-K 0,6/1 KV GENERAL CABLE.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 400A
- Poder de corte: 36 KA



- N° de polos: III+N
- Curva D

### SALIDAS:

#### Circuito 9.1:

Sección del cable: 4x16 + 16 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

#### Circuito 9.2:

Sección del cable: 4x150 + 95 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 250A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 250A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

#### Diferencial 1



- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 125A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

Circuito 9.3:

Sección del cable: 4x1,5+ 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 9.4:

Sección del cable: 4x10 + 10 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito 9.5:

Sección del cable: 4x16 + 16 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 63A
- Poder de corte: 36 KA





- N° de polos: III+N
- Curva D

#### Circuito 9.6:

Sección del cable: 4x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

#### Circuito 9.7:

Sección del cable: 4x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 36 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 100 mA
- N° de polos: 4P

#### Diferencial 2

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 25A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 2P

**Circuito 9.8:**

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

**Circuito 9.9:**

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

**Circuito 9.10:**

Sección del cable: 2x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

**Circuito 9.11:**

Sección del cable: 2x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

### Diferencial 3

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 63A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 2P

### Circuito 9.12:

Sección del cable: 2x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

### Circuito 9.13:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B



Circuito 9.14:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 25 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

#### 5.4.3.10 Cuadro auxiliar Of. 1

##### ENTRADA:

Sección del cable: 4x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RZ1-K 0,6/1 KV GENERAL CABLE.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

##### SALIDAS:

Diferencial 1

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 100 mA
- N° de polos: 2P

Circuito Of 1.1:

Sección del cable: 2x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 20A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

Circuito Of 1.2:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

Diferencial 2

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 2P

Circuito Of 1.3:

Sección del cable: 2x1,5+ 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

Circuito Of 1.4:



Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

Circuito Of 1.5:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

Circuito Of 1.6:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

Circuito Of 1.7:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

#### 5.4.3.11 Cuadro auxiliar Of. 2

##### ENTRADA:

Sección del cable: 4x6 + 6 TT mm<sup>2</sup> Cu

RZ1-K 0,6/1 KV GENERAL CABLE.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 25A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

##### SALIDAS:

##### Diferencial 1

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 63A
- Sensibilidad: 100 mA
- N° de polos: 2P

##### Circuito Of 2.1:

Sección del cable: 2x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N



- Curva C

Circuito Of 2.2:

Sección del cable: 2x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 20A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

Diferencial 2

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 25A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 2P

Circuito Of 2.3:

Sección del cable: 2x1,5+ 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

Circuito Of 2.4:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:



**Características principales:**

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

**Circuito Of 2.5:**

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

**Características principales:**

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

**Diferencial 2**

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

**Características principales:**

- Calibre: 25A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 2P

**Circuito Of 2.6:**

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

**Características principales:**

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

**Circuito Of 2.7:**

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

**RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE**

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

Circuito Of 2.8:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

**RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE**

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

**5.4.3.12 Cuadro auxiliar Of. 3****ENTRADA:**

Sección del cable: 4x16 + 16 TT mm<sup>2</sup> Cu

**RZ1-K 0,6/1 KV GENERAL CABLE.**

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Poder de corte: 6 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

**SALIDAS:**

Diferencial 1

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

**Características principales:**

- Calibre: 25A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

**Circuito Of 3.2:**

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

**Características principales:**

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 6 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

**Circuito Of 3.3:**

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

**Características principales:**

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 6 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

**Circuito Of 3.4:**

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

**Características principales:**

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 6 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

**Diferencial 2**



- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 25A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 4P

Circuito Of 3.6:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 6 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito Of 3.8:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 6 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

Circuito Of 3.11:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 6 KA
- N° de polos: III+N



- Curva C

Diferencial 3

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 63A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 2P

Circuito Of 3.1:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

Circuito Of 3.5:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

Circuito Of 3.7:

Sección del cable: 2x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:



- Calibre: 32A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

Circuito Of 3.9:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

Circuito Of 3.10:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

Diferencial 4

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 63A
- Sensibilidad: 100 mA
- N° de polos: 2P

Circuito Of 3.12:

Sección del cable: 2x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 20A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

Circuito Of 3.13:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

Circuito Of 3.14:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

Diferencial 5

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 63A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 2P



### Circuito Of 3.15:

Sección del cable: 2x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 20A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

### Circuito Of 3.16:

Sección del cable: 2x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

### Diferencial 6

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 2P

### Circuito Of 3.17:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A





- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

Circuito Of 3.18:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

Circuito Of 3.19:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

Circuito Of 3.20:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D



#### 5.4.3.13 Cuadro auxiliar Of. 4

##### ENTRADA:

Sección del cable: 4x6 + 6 TT mm<sup>2</sup> Cu

RZ1-K 0,6/1 KV GENERAL CABLE.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

##### SALIDAS:

Diferencial 1

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 100 mA
- N° de polos: 2P

Circuito Of 4.1:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

Circuito Of 4.2:

Sección del cable: 2x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

## Diferencial 2

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 100 mA
- N° de polos: 2P

## Circuito Of 4.3:

Sección del cable: 2x1,5+ 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

## Circuito Of 4.4:

Sección del cable: 2x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 20A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

## Diferencial 3

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:



## Características principales:

- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 2P

## Circuito Of 4.5:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

## Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

## Circuito Of 4.6:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

## Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

## Circuito Of 4.7:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

## Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 4,5 KA



- N° de polos: I+N
- Curva B

#### Diferencial 4

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 25A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 2P

#### Circuito Of 4.8:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

#### Circuito Of 4.9:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

#### Circuito Of 4.10:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

#### 5.4.3.14 Cuadro auxiliar Of. 5

##### ENTRADA:

Sección del cable: 4x10 + 10 TT mm<sup>2</sup> Cu

RZ1-K 0,6/1 KV GENERAL CABLE.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: III+N
- Curva D

##### SALIDAS:

##### Diferencial 1

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 25A
- Sensibilidad: 300 mA
- N° de polos: 4P

##### Circuito Of 5.2:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D



Circuito Of 5.3:

Sección del cable: 4x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 10A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

Diferencial 2

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 63A
- Sensibilidad: 100 mA
- N° de polos: 2P

Circuito Of 5.1:

Sección del cable: 2x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

Circuito Of 5.4:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 4,5 KA



- N° de polos: I+N
- Curva B

#### Circuito Of 5.5:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

#### Circuito Of 5.6:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

#### Diferencial 3

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 63A
- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 2P

#### Circuito Of 5.7:





Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

Circuito Of 5.8:

Sección del cable: 2x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 20A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

Circuito Of 5.9:

Sección del cable: 2x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

Circuito Of 5.10:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE



- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

Circuito Of 5.11:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

#### 5.4.3.15 Cuadro auxiliar Of. 6

##### ENTRADA:

Sección del cable: 4x10 + 10 TT mm<sup>2</sup> Cu

RZ1-K 0,6/1 KV GENERAL CABLE.

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 50A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: III+N
- Curva C

##### SALIDAS:

Diferencial 1

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 80A
- Sensibilidad: 100 mA



- N° de polos: 2P

Circuito Of 6.1:

Sección del cable: 2x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

Circuito Of 6.2:

Sección del cable: 2x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

Circuito Of 6.3:

Sección del cable: 2x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

Diferencial 2

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A



- Sensibilidad: 30 mA
- N° de polos: 2P

Circuito Of 6.4:

Sección del cable: 2x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva C

Circuito Of 6.5:

Sección del cable: 2x2,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

Circuito Of 6.6:

Sección del cable: 2x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B



### Diferencial 3

- Interruptor automático diferencial de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 40A
- Sensibilidad: 30 Ma
- N° de polos: 2P

### Circuito Of 6.7:

Sección del cable: 2x4 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 32A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

### Circuito Of 6.8:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva B

### Circuito Of 6.9:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu

RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:



- Calibre: 6A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

Circuito Of 6.10:

Sección del cable: 2x1,5 + 4 TT mm<sup>2</sup> Cu  
RV-K 0,6/1KV GENERAL CABLE

- Interruptor automático magnetotérmico de la marca ABB:

Características principales:

- Calibre: 6A
- Poder de corte: 4,5 KA
- N° de polos: I+N
- Curva D

## 6. Puestas a tierra

### 6.1 Introducción

Las puestas a tierra se establecen con el objeto principal de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta a tierra se plantea como una instalación paralela a la instalación eléctrica, como un circuito de protección, que tiene que proteger a las personas, a las instalaciones eléctricas y a los receptores conectados a ellas.

El límite de tensión admisible entre una masa cualquiera en relación a tierra, o entre masas distintas, nos viene definido en la instrucción 18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- Locales húmedos 24 voltios.
- Locales secos 50 voltios.

Estos valores son los máximos que se supone soporta el cuerpo humano sin alteraciones significativas.

Las tomas de tierra limitan las sobreintensidades que por diferentes causas aparecen en las instalaciones, siendo esta limitación tanto mayor en cuanto las tomas de tierra presenten menor impedancia al paso de esta corriente.



Durante el transcurso de las perturbaciones, los equipos de una misma instalación deben quedar al mismo potencial; siendo muy importante la necesidad de corregir pequeños valores de puesta a tierra, con el fin de obtener la equipotencialidad.

### 6.1.1 Objetivo de la puesta a tierra

La puesta a tierra, es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falta, o la de descargas de origen atmosférico.

La instalación a tierra se convierte en una especie de embudo sumidero que manda a tierra toda la corriente eléctrica que se salga de su recorrido normal y también derivará a tierra corrientes o descargas de origen atmosférico o procedentes de otras fuentes.

El paso de estas diferentes corrientes por el terreno conductor, con unas características eléctricas variables por sus características geológicas, producen unas distribuciones de potencial en toda su masa y en particular en su superficie, con las consiguientes diferencias de potencial entre puntos del terreno que inciden directamente sobre la seguridad de las personas. Por ello, los estudios de las puestas a tierra deberían considerar:

- La seguridad de las personas.
- La protección de las instalaciones.
- La protección de los equipos sensibles.
- Un potencial de referencia.

Para ello es necesario conocer:

- Los elementos que forman las instalaciones.
- Las diferentes fuentes de corriente que las solicitan.
- Las respuestas de los diferentes elementos a estas diferentes fuentes.
- El terreno, teniendo en cuenta su heterogeneidad (rocas que lo forman, estratos, textura, etc.) y los factores que sobre él actúan (humedad y temperatura).

### 6.1.2 Partes de la puesta a tierra

#### Terreno:

El terreno, desde el punto de vista eléctrico, se considera como el elemento encargado de disipar corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico.

Este comportamiento viene determinado por la resistividad, que es una característica de todos los materiales y que nos da una idea de la resistencia que ofrece un material al ser atravesado por una corriente eléctrica.



Los cuerpos que tienen una resistividad muy baja, dejan pasar fácilmente la corriente eléctrica y los materiales que tienen una resistividad alta, se oponen al paso de corriente. La resistividad del terreno se mide en ohmios por metro.

Como los terrenos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, un determinado terreno tendrá una resistividad aparente que promedia los efectos de las diferentes capas que componen el terreno.

La investigación de las características eléctricas del terreno es un requerimiento de la instrucción MIE-RAT-13, para realizar el proyecto de una instalación de puesta a tierra.

El terreno, como conductor de la corriente eléctrica, se puede considerar como un agregado formado por una parte sólida mineral y sendas partes líquida y gaseosa. La resistividad del terreno depende de los siguientes conceptos:

- Humedad.
- Resistividad de los minerales que forman la fracción sólida.
- Resistividad de los líquidos y gases que rellenan los poros de la fracción sólida.
- Porosidad.
- Salinidad.
- Superficie de separación de la fase líquida con la fase sólida.
- Temperatura.
- Textura.

### **Tomas de tierra:**

La toma de tierra es el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio, y consta de tres partes fundamentales:

#### **1.- Electrodos.**

Son la masa metálica que se encuentra en contacto permanente con el terreno para facilitar a este el paso de corrientes de defecto, o la carga eléctrica que pueda tener.

Pueden ser naturales o artificiales; los electrodos naturales, suelen estar constituidos por conducciones metálicas enterradas, como conducciones de agua, cubiertas de plomo de cables de redes subterráneas, pilares metálicos de los edificios que se construyen con estructuras metálicas, etc.

Los electrodos artificiales pueden ser barras (picas), tubos, placas metálicas, cables, u otros perfiles que a su vez puedan combinarse formando anillos o mallas.

De la sección en contacto con el terreno dependerá el valor de la resistencia a tierra.

En general, la sección de un electrodo no debe ser inferior a un cuarto de la sección del conductor de línea principal de tierra.





Los metales deben ser inalterables a las acciones de la humedad y del terreno como son el cobre, el hierro galvanizado, fundición de hierro, etc.

### 2.- Líneas de enlace con tierra.

La línea de enlace con la tierra está formada por los conductores que unen el electrodo, conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra. Los conductores de enlace con tierra desnudos en el suelo, se consideran que forman parte del electrodo y deberán ser de cobre u otro metal de alto punto de fusión con un mínimo de 35 mm<sup>2</sup> de sección en caso de ser de cobre o su equivalente de otros metales.

### 3.- Punto de puesta a tierra.

El elemento de la puesta a tierra, es el situado fuera del terreno y que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. El punto de puesta es un elemento de conexión, placa, regleta, grapa, etc. que une los conductores de la línea de enlace con la principal de tierra. El número de puntos de puesta a tierra conectados al mismo electrodo o conjunto de ellos dependerá del tipo de instalación.

### **Línea principal de tierra:**

Es la parte del circuito de puesta a tierra del edificio, que está formado por conductores de cobre, que partiendo de los puntos de puesta a tierra, conecta con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o elementos necesarios.

Serán de cobre y se dimensionarán con la máxima corriente de falta que se prevé, siendo como mínimo de 16 mm<sup>2</sup> de sección.

Su tendido se hará buscando los caminos más cortos y evitando los cambios bruscos de dirección. Se evitará someterlos a desgastes mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y los desgastes mecánicos. La línea principal de tierra termina en el punto de puesta a tierra, teniendo especial cuidado en la conexión, asegurando una conexión efectiva.

### **Derivaciones de las líneas principales de tierra:**

Son los conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o bien directamente las masas significativas que existen en el edificio. Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión. El dimensionamiento viene en la ITC BT 18 en la siguiente tabla:



Secciones de los conductores de fase (mm <sup>2</sup> )	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S / 2
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Con un mínimo de 2.5 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.</li> <li>- Con un mínimo de 4 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica.</li> </ul>	

### Conductores de protección:

Son los conductores de cobre, encargados de unir eléctricamente las masas de una instalación y de los aparatos eléctricos, con las derivaciones de la línea principal de tierra, con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

El dimensionamiento de estos conductores, viene dado en función de la sección del conductor de fase de la instalación que protege, según la ITC BT 19.

### 6.2 Elementos a conectar a la toma de tierra

Una vez realizada la toma de tierra del edificio, se deberá conectar en los puntos de puesta a tierra todos los elementos metálicos o elementos susceptibles de ponerse en tensión, con el fin de conseguir una gran red equipotencial dentro del edificio y en contacto íntimo con tierra.

Según la norma tecnológica de la edificación, deberá conectarse a tierra:

- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Caja General de Protección (no obligatorio según R.E.B.T.).
- Instalación de pararrayos.
- Instalación de antenas colectivas de TV y FM.
- Redes equipotenciales de cuarto de baño, que unan enchufes eléctricos y masas metálicas.
- Toda masa o elemento metálico significativo.
- Estructuras metálicas y armaduras de muros de hormigón.

### 6.3 Solución adoptada

El electrodo de puesta a tierra está formado por un conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> desnudo y enterrado a una profundidad de 0,8 m. El conductor abarca todo el perímetro de la nave, y en cada vértice tendrá una pica de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud.



El número total de picas será 4, y toda la red estará unida al mallazo metálico de cimentación y a los pilares metálicos. Todas las uniones se realizarán mediante soldadura aluminotérmica. En cada pica se pondrá una arqueta de registro para poder comprobar el buen estado de las picas y de las conexiones al anillo de cobre desnudo.

El anillo de puesta a tierra se conectará al bornero principal de tierra del cuadro general a través de una caja de seccionamiento y medida de puesta a tierra situada junto al cuadro, desde donde partirán las derivaciones a los cuadros auxiliares de distribución y de estos partirán los conductores de protección a los distintos receptores (alumbrado de la nave, tomas de corriente y maquinaria).

Los conductores de tierra se distinguirán fácilmente de los conductores activos por los colores amarillo-verde.

## **7. Corrección del factor de potencia**

### **7.1 Generalidades**

Los aparatos y máquinas utilizados, además de un consumo de energía activa, tienen un consumo de energía reactiva inductiva; los receptores inductivos absorben energía de la red durante la creación de los campos magnéticos y la entregan durante la destrucción de estos. Esto provoca un consumo de energía que no es aprovechado directamente por los receptores. La energía reactiva está representada por el  $\cos\phi$  o factor de potencia.

El factor de potencia depende únicamente de las características de los receptores y de su régimen de funcionamiento (tipo de motor, velocidad, carga), y es independiente del rendimiento propio de estos receptores.

### **7.2 Ventajas de un elevado factor de potencia**

Las ventajas de un buen factor de potencia se pueden resumir en las siguientes:

- Reducción en el recibo de la electricidad.
- Optimización de las instalaciones eléctricas. Entre estas se pueden describir:
  - a) Disminución de la caída de tensión en las líneas.
  - b) Reducción del dimensionamiento de las líneas.
  - c) Disminución de las pérdidas por calentamiento en línea.

La resistencia de los conductores siempre provoca pérdidas de potencia.



Estas pérdidas son proporcionales al cuadrado de la corriente transportada, la cual, para una misma potencia activa, disminuye a medida que el factor de potencia aumenta.

d) Aumento de la potencia disponible en el transformador de alimentación.

Mientras el factor de potencia crece, la potencia aparente  $S$  para una misma potencia activa  $P$  disminuye; es decir, se utiliza tanto mejor un transformador conforme el factor de potencia de la carga más se aproxima a la unidad.

e) Facilita el suministro de la tensión nominal a los receptores.

f) Reporta una disminución de costes de la factura de energía eléctrica al realizar una bonificación la compañía suministradora para valores de:  $0,95 < \cos\phi < 1$ .

### 7.3 Métodos para mejorar el factor de potencia

#### 7.3.1 Procedimientos directos

Actúan directamente sobre la causa misma del bajo factor de potencia, es decir, procurar en lo posible disminuir el consumo innecesario de energía reactiva actuando sobre las cargas de la instalación, siendo las más importantes:

- Correcta elección del equipo eléctrico.
- Evitar marchas en vacío o cargas reducidas de los motores eléctricos.
- Sustituir los motores defectuosos fuera de las horas de trabajo.
- Reducir las marchas en vacío o con poca carga de los transformadores.

#### 7.3.2 Procedimientos indirectos

Consisten en compensar el consumo de energía reactiva mediante elementos productores de energía capacitiva, compensando parcial o totalmente la energía inductiva consumida por los elementos receptores. Para este tipo de procedimientos se utilizan compensadores que se dividen en:

- Compensadores giratorios, también llamados compensadores síncronos. Son motores síncronos trabajando sobreexcitados, los cuales proporcionan energía capacitiva.
- Compensadores estáticos o condensadores, pueden ser individualmente o en baterías de condensadores conectados adecuadamente.

#### 7.3.3 Elección del método de compensación



Aunque a la hora de realizar la instalación se tendrán en cuenta todos los casos expuestos en la compensación directa, considerando que aún así el factor de potencia no es el adecuado, se optará por realizar una compensación indirecta con una batería de condensadores.

## 7.4 Clasificación y elección de la compensación

### 7.4.1 Clasificación por la situación de la compensación

#### Situación en cabecera:

Si los condensadores están situados en cabecera de la instalación, se conseguirá la reducción del consumo de energía reactiva y por tanto se evitarán las penalizaciones económicas por un consumo excesivo de dicha energía.

También se conseguirá ajustar la potencia aparente “S”, a lo que se necesite en la instalación. Pero, la corriente reactiva estará presente en toda la instalación, ya que la compensación está en la cabecera, con lo cual no se conseguirá disminuir las pérdidas por efecto Joule.

#### Situación en cada receptor inductivo:

Si se sitúan los condensadores en los bornes de cada uno de los receptores de tipo inductivo, se consigue, además de evitar las penalizaciones por consumo de energía reactiva y ajustar “S” a la necesidad real, reducir las pérdidas por efecto Joule de los cables, ya que la corriente reactiva se abastece en el mismo lugar de su consumo y por tanto no circula en los cables de la instalación.

#### Situación en una zona intermedia:

Situando los condensadores en una zona intermedia, se conseguirá evitar la penalización por consumo de energía reactiva y se reducirán por tanto las pérdidas por efecto Joule.

### 7.4.2 Elección de la situación para la compensación

En este caso la segunda opción de compensación individual no es viable ya que son numerosos, y de poca potencia, los receptores con carga inductiva, con lo cual resultaría imposible la compensación individual.

Por otro lado la longitud de los conductores es relativamente corta con lo cual la diferencia de las pérdidas por efecto Joule no van a ser importantes.

Finalmente se optará por una compensación en la cabecera de la instalación.

### 7.4.3 Clasificación por tipo de condensador



### Compensación fija:

Con este tipo de compensación, en todo momento los condensadores están suministrando una energía reactiva fija, que debe ser consumida en su totalidad por el receptor. De no ser así la red absorbería energía capacitiva.

### Compensación automática (variable):

La compensación automática se realiza con un equipo de condensadores que se adecúan a las variaciones de potencia reactiva de la instalación para conseguir mantener el factor de potencia objetivo.

El equipo de compensación automático, o batería de condensadores, está compuesto de un regulador, que mide el factor de potencia de la instalación y conecta los distintos escalones de energía reactiva, contactores, que conectan los distintos condensadores de la batería para conseguir los distintos escalones de potencia capacitiva.

## **7.4.4 Elección del tipo de compensación**

Si se elige una compensación fija para la instalación, en los momentos en los que la potencia reactiva de la instalación sea menor que la potencia que suministran los condensadores, se estará introduciendo energía capacitiva en la red.

Según lo establecido en el reglamento de baja tensión; se podrá realizar la compensación de energía reactiva “pero sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva” por tanto el factor de potencia de la instalación en el punto de conexión con la compañía nunca podrá ser capacitivo.

Para que esto no ocurra se elegirá compensación automática para la instalación ya que el consumo de energía reactiva de la instalación no va a ser siempre el mismo, variará en función de las cargas inductivas conectadas (luminarias, motores, etc).

Así que se colocarán dos equipos de compensación automática en cabecera de la instalación del edificio, para compensar la energía reactiva consumida por la totalidad de las cargas inductivas de la instalación.

## **7.4.5 Características técnicas del equipo de compensación automática**

### **7.4.5.1 Equipo de compensación 1**

El equipo seleccionados para la corrección automática del factor de potencia es una batería de condensadores de 450 KVAR M45040 de Legrand 400V y , que se colocará en el lado del Cuadro General de BT.

### **Referencias:**

Q(kvar): 450 kVAR



Composición kvar (nºgrupos x kvar): 6x75

I nominal (A): 649,52 A

Tensión (V): 400 V

#### **Características:**

Tensión asignada: 400 V trifásicos, 50 Hz.

Tensión máxima admisible: 470 V.

Grado de protección: IP 2X con la puerta abierta.

Protección: IP 31- IK 05.

Normas: IEC 60439-1 y 2, y EN 60439-1.

### **7.4.5.1 Equipo de compensación 2**

El equipo seleccionados para la corrección automática del factor de potencia es una batería de condensadores de 400 KVAR M40040 de Legrand 400V y , que se colocará en el lado del Cuadro General de BT.

#### **Referencias:**

Q(kvar): 400 kVAr

Composición kvar (nºgrupos x kvar): 2x50 + 4x75

I nominal (A): 577,35 A

Tensión (V): 400 V

#### **Características:**

Tensión asignada: 400 V trifásicos, 50 Hz.

Tensión máxima admisible: 470 V.

Grado de protección: IP 2X con la puerta abierta.

Protección: IP 31- IK 05.

Normas: IEC 60439-1 y 2, y EN 60439-1.

## **8. Centro de transformación**

### **8.1 Introducción**

La alimentación de todos los circuitos de la instalación se realizará a partir del centro de transformación propiedad de la empresa, ubicado en un local de uso exclusivo y de fácil acceso. En él se encuentran los elementos de unión entre la red de distribución y el transformador de potencia.

Al centro de transformación llegará la acometida de alta tensión a 20 KV subterránea, y en él se dispondrán los elementos necesarios y exigidos por la reglamentación vigente.



Las necesidades de la instalación serán cubiertas mediante dos transformadores de 1000 KVA.

Reglamentación y disposiciones oficiales:

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de transformación, e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 3.275/82, de noviembre de 1982).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002, de agosto de 2002).
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica (Real Decreto 1075/1986 de 2 de mayo de 1986).
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de Iberdrola.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

## 8.2 Características generales del centro de transformación

La acometida será subterránea, se alimentará de la red de Media Tensión, el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 20 KV y a una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora Iberdrola.

Dadas las características de ubicación de la parcela en la que se emplaza la nave, la empresa suministradora, clasifica el centro de transformación objeto de estudio como centro de transformación de abonado. Por lo que se considerará la llegada de una única línea de media tensión, y no será necesaria la instalación de una celda de salida.

El centro de transformación esta incluido en la nave industrial, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según la norma UNE-20.099-90 de la marca ORMAZABAL.

## 8.3 Características de las celdas

Los tipos generales de celdas empleadas en este proyecto son sistema CGM: celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-20.099-90.





## 8.4 Descripción de la instalación

### 8.4.1 Obra civil

#### 8.4.1.1 Local

El centro de transformación objeto de este proyecto estará ubicado en el interior de la nave industrial, en un local destinado a tal uso.

Será de las dimensiones necesarias para alojar las celdas correspondientes y transformadores de potencia, respetándose en todo caso las distancias mínimas entre los elementos que se detallan en el vigente reglamento de alta tensión.

Las dimensiones del local, accesos, así como la ubicación de las celdas se indican en los planos correspondientes.

#### 8.4.1.2 Características del local

Se detallan a continuación las condiciones mínimas que debe cumplir el local para poder albergar el C.T.:

- Acceso de personas: el acceso al C.T. estará restringido al personal de la Cía Eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Cía Eléctrica. La(s) puerta(s) se abrirá(n) hacia el exterior y tendrán como mínimo 2.10 m. de altura y 0.90 m. de anchura.

- Acceso de materiales: las vías para el acceso de materiales deberá permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos pesados hasta el local. Las puertas se abrirán hacia el exterior y tendrán una luz mínima de 2.30 m. de altura y de 1.40 m. de anchura.

- Dimensiones interiores y disposición de los diferentes elementos: ver planos correspondientes.

- Paso de cables A.T.: para el paso de cables de A.T. no será necesario un foso ya que las celdas de línea de SF<sub>6</sub> están preparadas con un bastidor para hacer la conexión directamente de la arqueta en la línea de media tensión.

- Los transformadores son de tipo sumergido en dieléctrico líquido, por lo que



hace falta foso de recogida de aceite. La cuba tendrá una capacidad suficiente para recoger en su interior el aceite del transformador sin que este se derrame por la base.

- Acceso a transformadores: una malla de protección impedirá el acceso directo de personas a la zona de transformador. Dicha malla de protección irá enclavada mecánicamente por cerradura con el seccionador de puesta tierra de la celda de protección correspondiente, de tal manera que no se pueda acceder al transformador sin haber cerrado antes el seccionador de puesta a tierra de la celda de protección.

- Piso: se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0.30 x 0.30 m. Este mallazo se conectará al sistema de tierras a fin de evitar diferencias de tensión peligrosas en el interior del C.T. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

- Ventilación: se dispondrán rejillas de ventilación a fin de refrigerar el transformador por convección natural. Las superficie de ventilación por transformador está indicada en el capítulo de Cálculos.

El C.T. no contendrá otras canalizaciones ajenas al mismo y deberá cumplir las exigencias que se indican en el pliego de condiciones respecto a resistencia al fuego, condiciones acústicas, etc.

## **8.5 Instalación eléctrica**

### **8.5.1 Características de la red de alimentación**

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 20 KV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 400 MVA según datos suministrados por la compañía suministradora.

### **8.5.2 Características de la aparamenta de media tensión**

Las características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación son los siguientes:

#### **Celdas CGM**

El sistema CGM está formado por un conjunto de celdas modulares de media tensión, con aislamiento y corte de hexafloruro de azufre (SF<sub>6</sub>), cuyos embarrados se conectan utilizando unos elementos patentados por ORMAZABAL y denominados “conjuntos de unión”, consiguiendo una unión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas.



Las partes que componen estas celdas son:

#### Base y frente:

La altura y el diseño de esta base permiten el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso, y presentan el mismo unifilar del circuito principal y ejes de accionamiento de la apartamentada a la altura idónea para su operación. Igualmente, la altura de esta base facilita la conexión de los cables frontales de la acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos de los accionamientos del mando y, en la parte inferior, se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y el panel de acceso de los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

#### Cuba:

La cuba fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles. El gas SF<sub>6</sub> se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bares. El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con la ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, los cables, o la apartamentada del centro de transformación.

#### Interruptor – Seccionador – Seccionador de puesta a tierra:

El interruptor disponible en el sistema CHM tiene las tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra (salvo para el interruptor de la celda CMIP).

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

#### Mando:

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

#### Fusibles (Celda CMP-F):



En las celdas CMP-F de protección mediante fusibles, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos.

#### Conexión de cables:

La conexión de cables se realiza por la parte frontal, mediante unos pasatapas estándar.

#### Enclavamientos:

Los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM pretenden que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado y, recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal, si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal, si el seccionador de puesta a tierra está abierto y, a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

#### Características eléctricas:

Las características eléctricas generales de las celdas CGM son las siguientes:

Tensión nominal. (Un) → 24 kV

Nivel de aislamiento:

Frecuencia industrial (1 min)

- A tierra y entre fases → 50 kV
- A la distancia de seccionamiento

Impulso tipo rayo → 60 kV

- A tierra y entre fases → 125 kV
- A la distancia de seccionamiento → 145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica.

### **8.5.3 Características descriptivas de las celdas y transformadores de media tensión**

#### **Entrada: CGM-CML Interruptor – seccionador.**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de Un = 24 kV e In = 400 A y 370 mm de ancho por 850 mm de fondo por 1800 mm de alto y 135 kg de peso.



La celda CML de interruptor seccionador, o celda de línea, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub>, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con interruptor – seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior – frontal mediante bornes enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detención de tensión en los cables de acometida.

Permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornas de los cables de media tensión.

Otras características constructivas son:

- Capacidad de ruptura 400A
- Intensidad de cortocircuito 16 kA/20kA
- Capacidad de cierre 40 kA

#### **Celda de protección con fusibles:**

Celda con envolvente metálica prefabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo UN = 24 kV e In = 400 A y 480 mm de fondo por 1800 mm de alto y 215 kg de peso.

La celda CMP-F de protección con fusibles está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub>, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor – seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior – frontal mediante bornes enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.

Otras características constructivas son:

- Capacidad de ruptura 400A
- Intensidad de cortocircuito 16 KA/20KA
- Capacidad de cierre 40 KA
- Fusibles 3 x 63 A

#### **Celda de medida:**

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de Un = 24 kV y 800 mm de ancho por 1025 de fondo por 1800 de alto y 180 kg de peso.

La celda CMM de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los contadores de medida de energía.



Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas empresas suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos auxiliares y permiten el sellado de la misma para garantizar la no manipulación de las conexiones.

La celda de medida contiene:

- 2 juegos de barras tripolar  $I_n = 400$  A
- 3 transformadores de intensidad de relación  $50 - 100 / 5$  A Clase 0,5, aislamiento 24 kV
- 3 transformadores de tensión, bipolares de relación  $22000 / 110$ , Clase 0,5, aislamiento 24 kV
- Embarrado de puesta a tierra

### **Transformador:**

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 20 kV, y la tensión a la salida de 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro.

El transformador a instalar será de la marca Ormazabal conectado con acoplamiento Dyn 11.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la norma UNE 21428 y a las normas particulares de la compañía suministradora, siendo las siguientes:

- Potencia: 1000 KVA
- Tensión primaria: 20000 V
- Refrigeración: natural.
- Aislamiento: aceite mineral.
- Cuba de aletas: Llenado integral.

Equipo base:

- Pasatapas de media tensión de porcelana.
- Pasatapas de baja tensión de porcelana.
- Conmutador de regulación maniobrable sin tensión.
- 2 cáncamos de elevación y desencubado
- Orificio de llenado
- Dispositivo de vaciado y toma de muestras
- 4 ruedas bidireccionales



- 2 tomas de puesta a tierra

Características eléctricas del transformador:

Potencia en (KVA)	1000
Tensión primaria (kV)	20000
Tensión secundaria en vacío (V)	420
Grupo de conexión	Dyn 11
Pérdidas en vacío (W)	1400
Pérdidas en carga (W)	10500
Tensión de cortocircuito (%)	6
Caída de tensión a plena carga (%)	1,22
Rendimiento (%)	99,04

Dimensiones del transformador:

Potencia (KVA)	1000
Largo (mm)	1997
Ancho (mm)	1200
Alto (mm)	1158

En cuanto a las medidas de seguridad a tomar, se colocarán rótulos indicadores, extintores, equipos para primeros auxilios, etc., de conformidad con las Normas del Reglamento de centros de Transformación en vigor.

## 8.6 Cuadro general de baja tensión

La distribución de potencia del Centro de Transformación al C.G.P. situado dentro del recinto de la fábrica se realizará mediante canalización en bandeja.

## 8.7 Instalación de puesta a tierra

### 8.7.1 Introducción



Todo centro de transformación estará provisto de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en la propia instalación. Este sistema de puesta a tierra complementado con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto con las masas puestas en tensión.

De acuerdo con el Real Decreto 3275 / 1982 de 12 de Noviembre, que aprueba el “Reglamento sobre condiciones y garantías de seguridad de centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación” y con la O.M. de 6-7-84 que señala las “Instrucciones Técnicas Complementarias” para aplicar dicho reglamento, la instalación que se pretende realizar es de Tercera Categoría por ser la máxima tensión utilizada igual a 20 kV.

El diseño de la puesta a tierra del centro de transformación se efectuará mediante la aplicación del documento UNESA “Método de Cálculo y Proyecto de Instalaciones de Puesta a Tierra para Centros de Transformación conectados a Redes de Tercera Categoría”.

Se dispondrá por tanto de una tierra de protección a la que se conectarán, de acuerdo con la instrucción MIE-RAT 13, todas las partes metálicas de la instalación que no estén normalmente en tensión, pero puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones.

Se conectará a la tierra de protección entre otros los siguientes elementos:

- Chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Las envolventes de los conjuntos de los armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales.
- Las armaduras metálicas del centro de transformación.
- Los blindajes metálicos de los cables.
- Las tuberías y conjuntos metálicos.
- Las carcasas de los transformadores.

De igual manera se dispondrá por tanto de una puesta a tierra de servicio a la que se conectarán, según la instrucción MIE-RAT 13, los elementos necesarios de la instalación. La puesta a tierra de servicio será separada e independiente respecto a la puesta a tierra de protección.

Se conectará a la tierra de servicio entre otros los siguientes elementos:

- Los neutros de los transformadores.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, etc.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

Con el fin de garantizar en el mayor grado posible, la seguridad de las personas que manejan los mandos del centro de transformación, además de dotarlo con un sistema de





puesta a tierra como indica la MIE RAT 13, se tendrá a disposición del personal, guantes y calzados aislantes.

### **8.7.2 Investigación de las características del suelo**

Según la investigación previa del terreno (Método Wenner) donde se instalará este centro de transformación, se determina una resistividad media de 500  $\Omega\text{m}$  (Terreno cultivable poco fértil).

### **8.7.3 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto**

En instalaciones eléctricas de alta tensión de tercera categoría, los parámetros de la red que definen la corriente de puesta a tierra son, la resistencia y la reactancia de las líneas.

El aspecto más importante que debe tenerse presente en el cálculo de la corriente máxima de puesta a tierra es el tratamiento del neutro de la red.

En este caso el neutro irá conectado rígidamente a tierra.

Cuando se produce un defecto a tierra, este se elimina mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por la orden que le transmite un dispositivo que controla la intensidad de defecto.

A efectos de determinar el tiempo máximo de eliminación de la corriente de defecto a tierra, el elemento de corte será un interruptor cuya desconexión está controlada por un relé que establezca su tiempo de apertura. Los tiempos de apertura del interruptor, incluido el de extinción del arco, se consideran incluidos en el tiempo de actuación del relé.

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en la configuración tipo (representada en el anexo 2 del “Método de cálculo de UNESA”) que está de acuerdo con la forma y dimensiones del centro de transformación.

### **8.7.4 Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra**

#### **Tierra de protección:**

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las celdas, prefabricadas, cubas de los transformadores, envolventes metálicas de los cuadros de baja tensión.

Los cálculos realizados para la elección de la puesta a tierra quedan indicados en el documento cálculos; optando finalmente por un sistema de picas en rectángulo de 6 x 6



m cuyo código de identificación es 60-60/5/46 dentro del “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” de UNESA.

### **Tierra de servicio:**

Los cálculos realizados para la elección de la puesta a tierra quedan indicados en el documento cálculos; optando finalmente por un sistema de 4 picas en hilera separadas 6 m y con profundidad de 4 m, cuyo código de identificación es 5/44 dentro del “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” de UNESA.

## **8.8 Instancias**

Las celdas de media tensión en este proyecto, están constituidas por aparatos de fabricación en serie, y cumplen con lo indicado por el Ministerio de Industria, de acuerdo con la orden 11 – 1971.

## **8.9 Aparatos de media tensión**

Todos los aparatos que se proyectan colocar están previstos para una tensión nominal de 20 kV, con lo que cumplen las prescripciones del Reglamento.

## **8.10 Aislamiento**

Todos los elementos que se utilicen en el montaje de la instalación de alta tensión, estarán diseñados según la técnica de aislamiento pleno. Siendo 20 kV, el valor eficaz de la tensión nominal de servicio y de 24 kV, el valor eficaz de la tensión más elevada de la red entre fases, deberán soportar sin fallo alguno los siguientes ensayos:

- 125 KV (cresta) tensión de ensayo soportada al choque con onda 1,2 / 50µseg.
- 50 KV (valor eficaz) tensión soportada durante un minuto a 50 Hz.

## **8.11 Instalaciones secundarias en el centro de transformación**

### **Alumbrado:**

En el interior del centro de transformación se instalarán 4 luminarias de Philips, modelo Mazda TCS 160 2xTL-D58 W HFP DP; capaz de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo.

Las luminarias estarán dispuestas de tal forma que mantengan la misma uniformidad posible en la iluminación. Además se deberá poder efectuar la sustitución de las lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.



Se instalará también dos puntos de luz de alumbrado de emergencia de carácter autónomo, formado por dos lámparas de emergencia y señalización de Legrand; Ref: 6622 24; 8W de 350 lm, el cual señalizará el acceso peatonal al centro de transformación.

### **Ventilación:**

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural por convención mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto. Se dispondrá de una rejilla lateral inferior para entrada de aire de 1,95 m<sup>2</sup>, y dos rejillas situadas en la parte superior de superficie total 2,30 m<sup>2</sup> para la salida del aire.

Estas rejillas estarán protegidas mediante una tela metálica con el fin de impedir el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

### **Elementos y medidas de seguridad:**

Como requerimiento de seguridad para trabajos en el interior de celdas, los interruptores instalados cumplen por sí solos en cuanto a distancias de seccionamiento, ya que su tensión de cebado entre polos abiertos se halla conforme a la exigencia de la norma UNE 20099.

Las celdas estarán separadas eléctricamente y mecánicamente por medio de placas metálicas y por el propio carácter aislante del interruptor seccionador, los que asegura la independencia entre ellas y evitan la posible propagación de defecto entre celdas contiguas.

El centro estará dotado con el siguiente equipamiento auxiliar:

- Banqueta aislante.
- Cuadro de primeros auxilios.
- Par de guantes aislantes.
- Placa de peligro y cartel de primeros auxilios para guía en caso de accidente eléctrico (cinco reglas de oro).

## **9. Resumen del presupuesto total de la instalación**

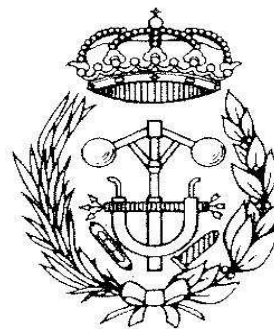
<b>Orden</b>	<b>Descripción</b>	<b>TOTAL (€)</b>
Capítulo I	Acometida	5849,57
Capítulo II	Protecciones	152234,43
Capítulo III	Conductores y canalizaciones	158555,25
Capítulo IV	Puesta a tierra	3361,93
Capítulo V	Alumbrado	67455,92



Capítulo VI	Tomas de corriente y elementos varios	21377,54
Capítulo VII	Centro de transformación	52269,05
Capítulo VIII	Compensación de energía reactiva	19122,96
<b>TOTAL</b>	<b>Presupuesto de ejecución material</b>	<b>480226,65</b>
	Gastos generales (9%)	43220,40
	Beneficio industrial (6%)	28813,60
<b>TOTAL</b>	<b>Presupuesto de ejecución por contrata sin I.V.A.</b>	<b>552260,65</b>
	I.V.A. (21%)	115974,74
<b>TOTAL</b>	<b>Presupuesto de ejecución por contrata con I.V.A.</b>	<b>668235,39</b>
	Redacción del proyecto (4%)	19209,07
	Dirección del proyecto (4%)	19209,07
	I.V.A. Honorarios (21%)	8067,81
	Total honorarios	46485,94
<b>TOTAL</b>	<b>Presupuesto total</b>	<b>714721,32</b>

Pamplona, Noviembre 2012

Arkaitz Larrañeta Llopis



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL  
EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN”

## DOCUMENTO 2: CÁLCULOS

Alumno: Arkaitz Larrañeta Llopis

Tutor: Pedro Gonzaga Vélez

Pamplona, 06 de Noviembre de 2012

**INDICE****CÁLCULOS ELÉCTRICOS****PÁGINA**

2.	Cálculo de la instalación de alumbrado	5
2.1.	Pasos para el cálculo	5
2.2.	Nivel de iluminación	5
2.3.	Cálculo lumínico	7
2.3.1.	Datos de partida	7
2.3.2.	Fórmulas para el cálculo del flujo y de las luminaria	9
2.3.3.	Cálculo de iluminación interior	9
2.3.3.1.	Taller	10
2.3.3.2.	Almacén	11
2.3.3.3.	Taller de aplicación y rotulación	12
2.3.3.4.	Centro de transformación	13
2.3.3.5.	Sala de compresores	14
2.3.3.6.	Sala de descanso	14
2.3.3.7.	Laboratorio	15
2.3.3.8.	Aseo masculino (1ª planta)	16
2.3.3.9.	Aseo femenino (1ª planta)	16
2.3.3.10.	Sala de seguridad	17
2.3.3.11.	Sala de visitas A	18
2.3.3.12.	Sala de visitas B	18
2.3.3.13.	Enfermería	19
2.3.3.14.	Vestuario masculino	19
2.3.3.15.	Vestuario femenino	20
2.3.3.16.	Pasillo	21
2.3.3.17.	Distribuidor	21
2.3.3.18.	Administración y secretarías	22
2.3.3.19.	Archivo	23
2.3.3.20.	Jefe de departamentos	23
2.3.3.21.	Sala de juntas	24
2.3.3.22.	Director general	25
2.3.3.23.	Cuarto de limpieza	25
2.3.3.24.	Aseo masculino 2P A	26
2.3.3.25.	Aseo femenino 2P A	27
2.3.3.26.	Jefe de calidad	27
2.3.3.27.	Jefe de producción	28
2.3.3.28.	Pasillo	29
2.3.3.29.	Departamento gráfico	29
2.3.3.30.	Oficina técnica	30
2.3.3.31.	Área comercial	31



2.3.3.32.	Director comercial	31
2.3.3.33.	Aseo masculino 2P B	32
2.3.3.34.	Aseo femenino 2P B	33
2.3.3.35.	Sala de formación	33
2.3.3.36.	Sala de reuniones	34
2.3.3.37.	Dirección	35
2.3.3.38.	Locales sin estudio lumínico	35
2.3.4.	Cálculo alumbrado de emergencia	36
2.3.4.1.	Taller	36
2.3.4.2.	Almacén	36
2.3.4.3.	Taller de aplicación y rotulación	37
2.3.4.4.	Centro de transformación	37
2.3.4.5.	Sala de compresores	37
2.3.4.6.	Sala de descanso	37
2.3.4.7.	Laboratorio	38
2.3.4.8.	Aseo masculino (1ª planta)	38
2.3.4.9.	Aseo femenino (1ª planta)	38
2.3.4.10.	Sala de seguridad	38
2.3.4.11.	Sala de visitas A	39
2.3.4.12.	Sala de visitas B	39
2.3.4.13.	Enfermería	39
2.3.4.14.	Vestuario masculino	39
2.3.4.15.	Vestuario femenino	39
2.3.4.16.	Pasillo	40
2.3.4.17.	Distribuidor	40
2.3.4.18.	Administración y secretarías	40
2.3.4.19.	Archivo	40
2.3.4.20.	Jefe de departamentos	41
2.3.4.21.	Sala de juntas	41
2.3.4.22.	Director general	41
2.3.4.23.	Cuarto de limpieza	41
2.3.4.24.	Aseo masculino 2P A	42
2.3.4.25.	Aseo femenino 2P A	42
2.3.4.26.	Jefe de calidad	42
2.3.4.27.	Jefe de producción	42
2.3.4.28.	Pasillo	42
2.3.4.29.	Departamento gráfico	43
2.3.4.30.	Oficina técnica	43
2.3.4.31.	Área comercial	43
2.3.4.32.	Director comercial	43
2.3.4.33.	Aseo masculino 2P B	44
2.3.4.34.	Aseo femenino 2P B	44



2.3.4.35.	Sala de formación	44
2.3.4.36.	Sala de reuniones	44
2.3.4.37.	Dirección	44
3.	Cálculos eléctricos de la instalación	45
3.1.	Ordenación de los cuadros de baja tensión	45
3.2.	Potencia de la instalación	52
3.3.	Elección del transformador	61
3.4.	Cálculo de secciones	63
3.5.	Cálculo de las protecciones magnetotérmicas	72
3.5.1.	Ejemplo de cálculo	74
3.5.2.	Cálculo de los interruptores magnetotérmicos	76
3.6.	Cálculo de condensadores para la corrección del factor de potencia	84
3.6.1.	Batería de condensadores para la instalación	84
3.6.2.	Cálculo del conductor de unión de la batería	93
3.6.3.	Cálculo de la protección de la batería de condensadores	94
3.7.	Instalación de puesta a tierra	95
3.7.1.	Resistencia del electrodo	95
3.7.2.	Características del electrodo	96
3.8.	Cálculo del centro de transformación	97
3.8.1.	Datos del transformador	97
3.8.2.	Intensidad de alta tensión	97
3.8.3.	Intensidad en baja tensión	97
3.8.4.	Cortocircuitos	98
3.8.4.1.	Corriente de cortocircuito del lado de alta tensión	98
3.8.4.2.	Corriente de cortocircuito del lado de baja tensión	98
3.8.5.	Dimensionamiento del embarrado	99
3.8.5.1.	Celdas	99
3.8.5.2.	Comprobación por densidad de corriente	99
3.8.5.3.	Comprobación por sollicitación electrodinámica	99
3.8.5.4.	Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito	100
3.8.6.	Protecciones de Alta y Baja Tensión.	100
3.8.6.1.	Alta tensión	100
3.8.6.2.	Baja tensión	101
3.8.7.	Dimensión de la ventilación del Centro de transformación	101
3.8.8.	Dimensión del pozo apagafuegos	102





3.8.9	Cálculo de la puesta a tierra	102
3.8.9.1	Terreno	102
3.8.9.2	Corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo de eliminación de defecto para esas corrientes	102
3.8.9.3	Diseño de la instalación de tierra	103
3.8.9.3.1	Tierra de protección	103
3.8.9.3.2	Tierra de servicio	104
3.8.9.4	Cálculo de la resistencia de la instalación de tierra	105
3.8.9.4.1	Tierra de protección	105
3.8.9.4.2	Tierra de servicio	106
3.8.9.5	Cálculo de las tensiones exteriores de la instalación	107
3.8.9.6	Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación	107
3.8.9.7	Cálculo de las tensiones máximas aplicadas	108
3.8.9.8	Investigación de tensiones transferibles al exterior.	109
3.8.9.9	Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.	109



## 2 Cálculo de la instalación de alumbrado

### 2.1 Pasos para el cálculo

El proceso de cálculo del sistema de iluminación seguirá los siguientes pasos:

1. Determinar el nivel de iluminación, el índice unificado de deslumbramiento, el índice de rendimiento de color de la luz y el plano de trabajo.
2. Elección del tipo de lámpara.
3. Elección del sistema de iluminación y de los aparatos de alumbrado.
4. Cálculo de la distribución y del número de luminarias.

Se adopta como plano de trabajo, una superficie situada a 0,85 metros del suelo.

### 2.2 Nivel de iluminación

La iluminación de los lugares de trabajo permitirá a los operarios que tengan una visibilidad adecuada para poder desarrollar las actividades de la empresa sin riesgo para su seguridad y salud.

En el Real Decreto 486/1997 se incluye una tabla detallada con los niveles mínimos de luz recomendados para diferentes actividades y tareas:

#### ANEXO IV. Iluminación de los lugares de trabajo.

1. La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, teniendo en cuenta:
  - a. Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.
  - b. Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.
2. Siempre que sea posible, los lugares de trabajo tendrán una iluminación natural, que deberá complementarse con una iluminación artificial cuando la primera, por sí sola, no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas. En tales casos se utilizará preferentemente la iluminación artificial general, complementada a su vez con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados.
3. Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los establecidos en la siguiente tabla:

Zona o parte del lugar de trabajo (*)	Nivel mínimo de iluminación(lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1) Bajas exigencias visuales	100
2) Exigencias visuales moderadas	200



3) Exigencias visuales altas	500
4) Exigencias visuales muy altas	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

(\*) El nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea se medirá a la altura donde ésta se realice; en el caso de zonas de uso general a 85 cm. del suelo y en el de las vías de circulación a nivel del suelo.

4. Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:

- a. En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.
- b. En las zonas donde se efectúen tareas, cuando un error de apreciación visual durante la realización de las mismas pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros o cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil.  
No obstante lo señalado en los párrafos anteriores, estos límites no serán aplicables en aquellas actividades cuya naturaleza lo impida.

5. La iluminación de los lugares de trabajo deberá cumplir, además, en cuanto a su distribución y otras características, las siguientes condiciones:

- a. La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible.
- b. Se procurará mantener unos niveles y contrastes de luminancia adecuados a las exigencias visuales de la tarea, evitando variaciones bruscas de luminancia dentro de la zona de operación y entre ésta y sus alrededores.
- c. Se evitarán los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial de alta luminancia. En ningún caso éstas se colocarán sin protección en el campo visual del trabajador.
- d. Se evitarán, asimismo, los deslumbramientos indirectos producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de operación o sus proximidades.
- e. No se utilizarán sistemas o fuentes de luz que perjudiquen la percepción de los contrastes, de la profundidad o de la distancia entre objetos en la zona de trabajo, que produzcan una impresión visual de intermitencia o que puedan dar lugar a efectos estroboscópicos.

6. Los lugares de trabajo, o parte de los mismos, en los que un fallo del alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores dispondrán de un alumbrado de emergencia de evacuación y de seguridad.
7. Los sistemas de iluminación utilizados no deben originar riesgos eléctricos, de incendio o de explosión, cumpliendo, a tal efecto, lo dispuesto en la normativa específica vigente.

### 2.3 Cálculo lumínico

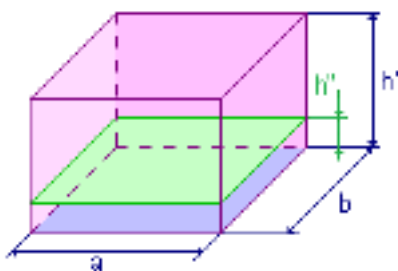
A continuación se realiza la explicación de cómo se realizará el cálculo lumínico por medio del método de los lúmenes. Después se realizarán los cálculos para cada zona de la nave industrial.

#### 2.3.1 Datos de partida

Al utilizar este método de cálculo, los resultados obtenidos no son del todo exactos, sino aproximados. En los planos se observa mejor la distribución.

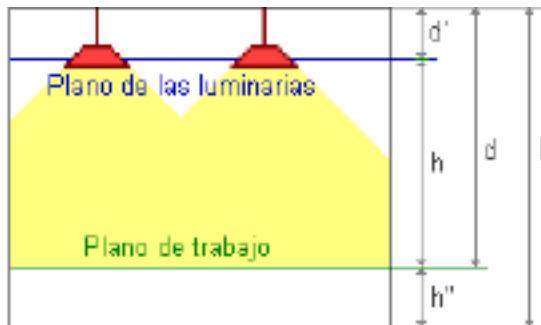
A continuación se numeran los datos de partida necesarios para empezar con los cálculos:

- Debemos conocer las dimensiones del local y del plano de trabajo. El plano de trabajo depende de la actividad que realicemos, tal y como se ha visto en un apartado anterior.



- Debemos saber la iluminancia media que queremos para el local. Esta la elegiremos siguiendo los criterios de la tabla del anexo 4 del real decreto 486/1997.
- Escogeremos el tipo de lámpara, el sistema de alumbrado y las luminarias que mejor se adapten a la actividad del local.
- Determinar la altura de suspensión de las lámparas o si éstas van empotradas. Para ello nos guiaremos de la siguiente tabla:

	Altura de las luminarias
<b>Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)</b>	Lo más altas posibles
<b>Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa</b>	Óptimo: $h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0.85)$





h: altura entre el plano de trabajo y las luminarias.  
h': altura del local.  
h'': altura del plano de trabajo.  
d: altura del plano de trabajo al techo.  
d': altura entre el techo y las luminarias.

- Obtendremos el índice del local (k) a partir de la formula:

$$k \equiv \frac{a \times b}{h \times (a + b)}$$
 Donde k tomara un valor entre 1 y 10. Si el valor obtenido es superior a 10 se tomara 10. En cambio si el valor obtenido es menor que 1 se tomara 1.

- Después estableceremos el factor de reflexión por defecto de nuestro local que será de techo (0.5) de las paredes (0.3) y del suelo (0.1).
- Con estos dos últimos factores y la tabla que se proporciona a continuación obtendremos el factor de utilización, y si fuera preciso, interpoláramos en ella.



Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (η)								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7			0.5			0.3		
		Factor de reflexión de las paredes								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
 	1	26	22	16	25	22	15	26	22	16
	1.2	31	27	20	30	27	20	30	27	20
	1.5	39	33	26	36	33	25	36	33	26
	2	45	40	35	44	40	35	44	40	35
	2.5	52	46	41	49	46	41	49	46	41
	3	54	50	45	53	50	45	53	50	45
	4	54	50	45	53	50	45	53	50	45
	5	56	52	46	55	52	46	55	52	46
	6	58	53	48	56	53	48	56	53	48
	8	63	58	52	61	58	52	61	58	52
10	67	62	56	65	62	56	65	62	56	

- Finalmente estableceremos el factor de mantenimiento (fm), que para nosotros será de 0.8, ya que se prevé tener limpias las instalaciones.

### 2.3.2. Fórmulas para el cálculo del flujo y de las luminarias

$$\phi_T = \frac{E \times S}{\eta \times f_m}$$

$\phi_T$  = Flujo luminoso total.

E = Iluminancia media deseada.

S = Superficie del plano de trabajo.

$\eta$  = Factor de utilización.

$f_m$  = Factor de mantenimiento.

$$N = \frac{\phi_T}{n \times \phi_L}$$

N = Numero de luminarias.

$\phi_L$  = Flujo luminoso de cada lámpara.

n = Numero de lámpara por luminaria.

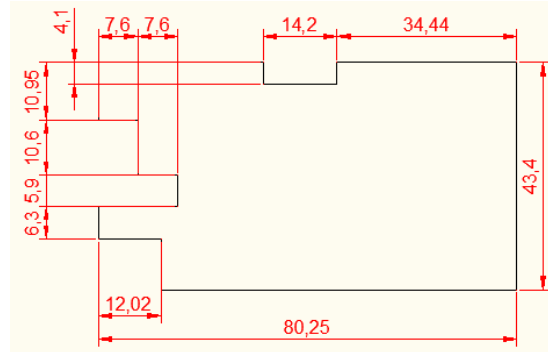
Redondearemos en exceso

### 2.3.3. Cálculo de las zonas

Se establecen los diferentes parámetros para los cálculos lumínicos de cada zona.



### 2.3.3.1 Taller



#### Dimensiones del local:

$$a = 43,4 \text{ m} \quad b = 80,25 \text{ m} \quad h' = 9 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 3138,4 \text{ m}^2$$

$$d' = 1,63 \text{ m} \quad h = 6,52 \text{ m} \quad n = 1 \quad E = 275 \text{ lux} \quad \Phi_L = 42500 \quad a' = 4,1 \text{ m} \quad b' = 14,2 \text{ m}$$

$$a'' = 10,6 \text{ m} \quad b'' = 7,6 \text{ m} \quad a''' = 5,9 \text{ m} \quad b''' = 15,2 \text{ m} \quad a'''' = 9,65 \text{ m} \\ b'''' = 12,02 \text{ m}$$

**Iluminancia media deseada:** 275 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara de vapor de mercurio de alta presión (VMAP) , HPI Plus de Philips, 400 W

**Tipo de luminaria:** Modelo: Cabana HPK150 1xHPI-P400

**Flujo luminoso de la lámpara:** 42500 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 30 %

**Índice del local:**

$$k = \frac{a \times b}{h \times (a + b)} - \frac{a' \times b'}{h \times (a' + b')} - \frac{a'' \times b''}{h \times (a'' + b'')} - \frac{a''' \times b'''}{h \times (a''' + b''')} - \frac{a'''' \times b''''}{h \times (a'''' + b''')} =$$

$$\frac{43,4 \times 80,25}{6,52 \times (43,4 + 80,25)} - \frac{4,1 \times 14,2}{6,52 \times (4,1 + 14,2)} - \frac{10,6 \times 7,6}{6,52 \times (10,6 + 7,6)} - \frac{5,9 \times 15,2}{6,52 \times (5,9 + 15,2)} - \frac{9,65 \times 12,02}{6,52 \times (9,65 + 12,02)} = 4,32 - 0,49 - 0,68 - 0,65 - 0,82 = 1,68$$

Utilizaremos el factor  $k=1,68$ . Por lo tanto obtendremos el valor del rendimiento interpolando en la tabla:

$$\eta = 0,36$$



Obtenemos el flujo luminoso total

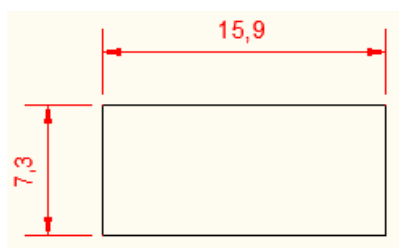
$$\phi_T = \frac{E \times S}{\eta \times f_m} = \frac{275 \times 3138,4}{0,36 \times 0,8} = 2996736,11 \text{ lm}$$

Finalmente sacamos el número de luminarias necesarias:

$$N = \frac{\phi_T}{n \times \phi_L} = \frac{2996736,11}{1 \times 42500} = 70,48$$

Utilizaremos 70 luminarias.

### 2.3.3.2 Almacén



**Dimensiones del local:**

$$a = 7.3 \text{ m} \quad b = 15.9 \text{ m} \quad h' = 7,5 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 116.07 \text{ m}^2$$

$$d' = 1,33 \text{ m} \quad h = 5,32 \text{ m} \quad n = 1 \quad E = 375 \text{ lux} \quad \Phi_L = 42500$$

**Iluminancia media deseada:** 375 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara de vapor de mercurio de alta presión (VMAP) , HPI Plus de Philips, 400 W

**Tipo de luminaria:** Modelo: Cabana HPK150 1xHPI-P400

**Flujo luminoso de la lámpara:** 42500 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 30 %

**Índice del local:**

$$k = \frac{a \times b}{h \times (a + b)} = \frac{7,3 \times 15,9}{5,32 \times (7,3 + 15,9)} = 0,94$$

Utilizaremos el factor k=1. Por lo tanto obtendremos el valor del rendimiento mirando en la tabla:





$$\eta = 0,22$$

Obtenemos el flujo luminoso total

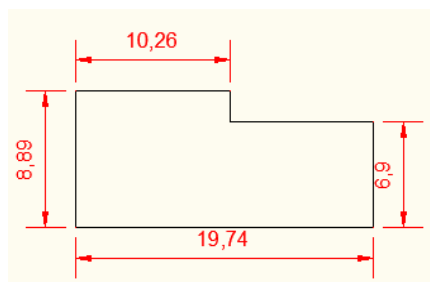
$$\phi_T = \frac{E \times S}{\eta \times f_m} = \frac{375 \times 116,07}{0,22 \times 0,8} = 247308,24 \text{ lm}$$

Finalmente sacamos el número de luminarias necesarias

$$N = \frac{\phi_T}{n \times \phi_L} = \frac{247308,24}{1 \times 42500} = 5,82$$

Utilizaremos 6 luminarias.

### 2.3.3.3 Taller de aplicación y rotulación



**Dimensiones del local:**

$$a = 8,89 \text{ m} \quad b = 10,26 \text{ m} \quad h' = 3,25 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 156,62 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,48 \text{ m} \quad h = 1,92 \text{ m} \quad n = 2 \quad E = 700 \text{ lux} \quad \Phi_L = 5200 \quad a' = 6,9 \text{ m} \quad b' = 9,48 \text{ m}$$

**Iluminancia media deseada:** 700 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL-D 58W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TCS160 2xTL-D58W HFP DP

**Flujo luminoso de la lámpara:** 5200 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

**Índice del local:**

$$k = \frac{a \times b}{h \times (a + b)} + \frac{a' \times b'}{h \times (a' + b')} = \frac{8,89 \times 10,26}{1,92 \times (8,89 + 10,26)} + \frac{6,9 \times 9,48}{1,92 \times (6,9 + 9,48)} = 2,48 + 2,08$$

$$= 4,56$$



Utilizaremos el factor  $k=4,56$ . Por lo tanto obtendremos el valor del rendimiento interpolando en la tabla:

$$\eta = 0,62$$

Obtenemos el flujo luminoso total

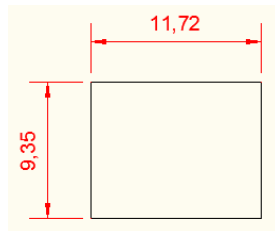
$$\phi_T = \frac{E \times S}{\eta \times f_m} = \frac{700 \times 156,62}{0,62 \times 0,8} = 221041,09 \text{ lm}$$

Finalmente sacamos el número de luminarias necesarias

$$N = \frac{\phi_T}{n \times \phi_L} = \frac{221041,09}{2 \times 5200} = 21,25$$

Utilizaremos 21 luminarias.

### 2.3.3.4 Centro de transformación



**Dimensiones del local:**

$$a = 9,35 \text{ m} \quad b = 11,72 \text{ m} \quad h' = 4,5 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 109,58 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,73 \text{ m} \quad h = 2,92 \text{ m} \quad n = 2 \quad E = 125 \text{ lux} \quad \Phi_L = 5200$$

**Iluminancia media deseada:** 125 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL-D 58W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TCS160 2xTL-D58W HFP DP

**Flujo luminoso de la lámpara:** 5200 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 50 %, Paredes 30 %

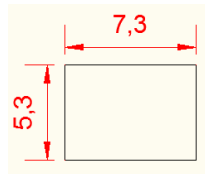
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 1,78 \rightarrow \eta = 0,37$$

$$\phi_T = 46276,18 \text{ lm}$$

$$N = 4 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.5 Sala de compresores



**Dimensiones del local:**

$$a = 5,3 \text{ m} \quad b = 7,3 \text{ m} \quad h' = 4,5 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 109,58 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,73 \text{ m} \quad h = 2,92 \text{ m} \quad n = 2 \quad E = 125 \text{ lux} \quad \Phi_L = 5200$$

**Iluminancia media deseada:** 125 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL-D 58W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TCS160 2xTL-D58W HFP DP

**Flujo luminoso de la lámpara:** 5200 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 50 %, Paredes 30 %

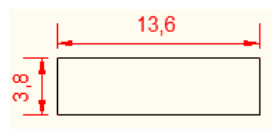
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 1,052 \rightarrow \eta = 0,23$$

$$\phi_T = 26283,97 \text{ lm}$$

$$N = 2 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.6 Sala de descanso



**Dimensiones del local:**

$$a = 3,8 \text{ m} \quad b = 13,6 \text{ m} \quad h' = 3 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 51,68 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,43 \text{ m} \quad h = 1,72 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 500 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

**Iluminancia media deseada:** 500 lux



**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

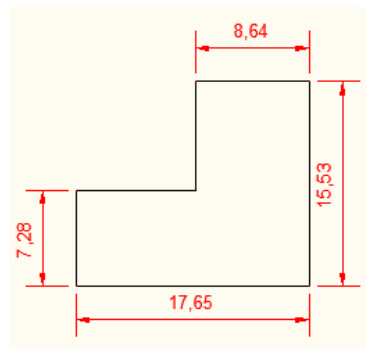
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 1,73 \rightarrow \eta = 0,42$$

$$\phi_T = 76904,76 \text{ lm}$$

$$N = 4 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.7 Laboratorio



**Dimensiones del local:**

$$a = 7,28 \text{ m} \quad b = 9,01 \text{ m} \quad h' = 3,25 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 199,77 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,48 \text{ m} \quad h = 1,92 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 700 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450 \quad a' = 15,53 \text{ m} \quad b' = 8,64 \text{ m}$$

**Iluminancia media deseada:** 700 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

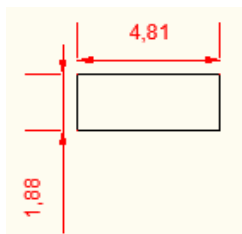
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 4,99 \rightarrow \eta = 0,63$$

$$\phi_T = 277461,11 \text{ lm}$$

$$N = 16 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.8 Aseo masculino (1ª planta)



#### Dimensiones del local:

$$a = 1,88 \text{ m} \quad b = 4,81 \text{ m} \quad h' = 3,25 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 9,04 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,48 \text{ m} \quad h = 1,92 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 700 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

**Iluminancia media deseada:** 700 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

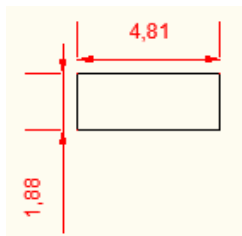
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 0,7 \rightarrow k = 1 \rightarrow \eta = 0,28$$

$$\phi_T = 28258,75 \text{ lm}$$

$$N = 2 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.9 Aseo femenino (1ª planta)



#### Dimensiones del local:

$$a = 1,88 \text{ m} \quad b = 4,81 \text{ m} \quad h' = 3,25 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 9,04 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,48 \text{ m} \quad h = 1,92 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 200 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$



**Iluminancia media deseada:** 200 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

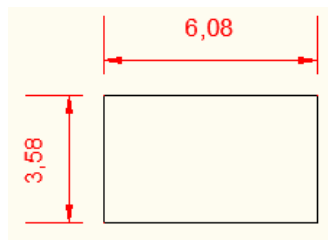
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 0,7 \rightarrow k = 1 \rightarrow \eta = 0,28$$

$$\phi_T = 28258,75 \text{ lm}$$

$$N = 2 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.10 Sala de seguridad



**Dimensiones del local:**

$$a = 3,58 \text{ m} \quad b = 6,08 \text{ m} \quad h' = 3,25 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 24,63 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,48 \text{ m} \quad h = 1,92 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 750 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

**Iluminancia media deseada:** 750 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

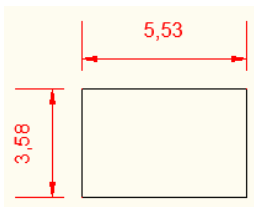
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 1,23 \rightarrow \eta = 0,32$$

$$\phi_T = 72159,38 \text{ lm}$$

$$N = 4 \text{ luminarias}$$

## 2.3.3.11 Sala de visitas A

**Dimensiones del local:**

$$a = 3,58 \text{ m} \quad b = 5,53 \text{ m} \quad h' = 3,25 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 19,8 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,48 \text{ m} \quad h = 1,92 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 400 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

**Iluminancia media deseada:** 400 lux**Tipo de iluminación:** Directa**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes**Factor de mantenimiento:** 0,8**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

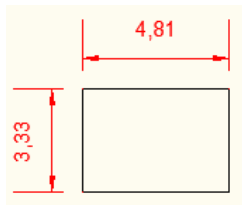
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 1,13 \rightarrow \eta = 0,3$$

$$\phi_T = 32995,67 \text{ lm}$$

$$N = 2 \text{ luminarias}$$

## 2.3.3.12 Sala de visitas B

**Dimensiones del local:**

$$a = 3,33 \text{ m} \quad b = 4,81 \text{ m} \quad h' = 3,25 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 16,02 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,48 \text{ m} \quad h = 1,92 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 400 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

**Iluminancia media deseada:** 400 lux**Tipo de iluminación:** Directa



**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

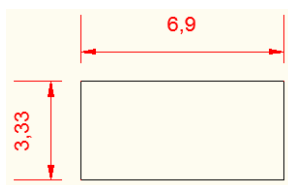
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 1,03 \rightarrow \eta = 0,28$$

$$\phi_T = 28602,32 \text{ lm}$$

$$N = 2 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.13 Enfermería



**Dimensiones del local:**

$$a = 3,33\text{m} \quad b = 6,9\text{m} \quad h' = 3,25 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 22,97 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,48 \text{ m} \quad h = 1,92 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 700 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

**Iluminancia media deseada:** 700 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

Obtenemos los siguientes datos:

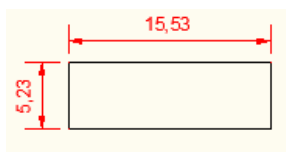
$$k = 1,17 \rightarrow \eta = 0,31$$

$$\phi_T = 64854,44 \text{ lm}$$

$$N = 4 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.14 Vestuario masculino



**Dimensiones del local:**

$$a = 5,23\text{m} \quad b = 15,53\text{m} \quad h' = 3,25\text{ m} \quad h'' = 0,85\text{ m} \quad S = 81,22\text{ m}^2$$

$$d' = 0,48\text{ m} \quad h = 1,92\text{ m} \quad n = 4 \quad E = 500\text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

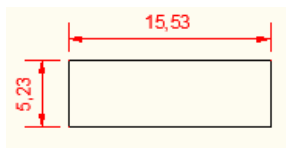
**Iluminancia media deseada:** 500 lux**Tipo de iluminación:** Directa**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes**Factor de mantenimiento:** 0,8**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 2,04 \rightarrow \eta = 0,46$$

$$\phi_T = 110355,84\text{ lm}$$

$$N = 6\text{ luminarias}$$

**2.3.3.15 Vestuario femenino****Dimensiones del local:**

$$a = 5,23\text{m} \quad b = 15,53\text{m} \quad h' = 3,25\text{ m} \quad h'' = 0,85\text{ m} \quad S = 81,22\text{ m}^2$$

$$d' = 0,48\text{ m} \quad h = 1,92\text{ m} \quad n = 4 \quad E = 500\text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

**Iluminancia media deseada:** 500 lux**Tipo de iluminación:** Directa**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes**Factor de mantenimiento:** 0,8



**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 2,04 \rightarrow \eta = 0,46$$

$$\phi_T = 110355,84 \text{ lm}$$

$$N = 6 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.16 Pasillo

**Dimensiones del local:**

$$a = 2 \text{ m} \quad b = 4,94 \text{ m} \quad h' = 3,25 \text{ m} \quad h'' = 0 \text{ m} \quad S = 74,88 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,65 \text{ m} \quad h = 2,6 \text{ m} \quad n = 2 \quad E = 400 \text{ lux} \quad \Phi_L = 5200 \quad a' = 4,2 \text{ m} \quad b' = 2 \text{ m}$$

$$a'' = 5,65 \text{ m} \quad b'' = 2 \text{ m} \quad a''' = 11,95 \text{ m} \quad b''' = 2 \text{ m} \quad a'''' = 10,7 \text{ m}$$

$$b'''' = 2 \text{ m}$$

**Iluminancia media deseada:** 400 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL-D 58W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TCS160 2xTL-D58W HFP DP

**Flujo luminoso de la lámpara:** 5200 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 2,94 \rightarrow \eta = 0,54$$

$$\phi_T = 69333,33 \text{ lm}$$

$$N = 7 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.17 Distribuidor

**Dimensiones del local:**

$$a = 5,2 \text{ m} \quad b = 6,75 \text{ m} \quad h' = 3,25 \text{ m} \quad h'' = 0 \text{ m} \quad S = 35,1 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,65 \text{ m} \quad h = 2,6 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 350 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$



**Iluminancia media deseada:** 350 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

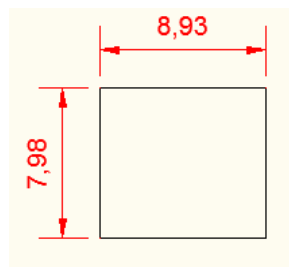
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 1,13 \rightarrow \eta = 0,3$$

$$\phi_T = 51187,50 \text{ lm}$$

$$N = 3 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.18 Administración y secretarías



**Dimensiones del local:**

$$a = 7,98 \text{ m} \quad b = 8,93 \text{ m} \quad h' = 2,4 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 71,26 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,31 \text{ m} \quad h = 1,24 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 700 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

**Iluminancia media deseada:** 700 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

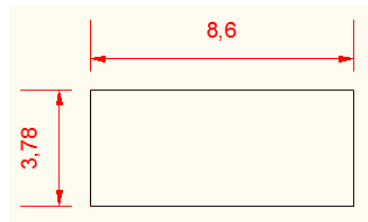
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 3,4 \rightarrow \eta = 0,57$$

$$\phi_T = 109392,50 \text{ lm}$$

$$N = 6 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.19 Archivo



#### Dimensiones del local:

$$a = 3,78 \text{ m} \quad b = 8,6 \text{ m} \quad h' = 2,4 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 32,51 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,31 \text{ m} \quad h = 1,24 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 700 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

**Iluminancia media deseada:** 700 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

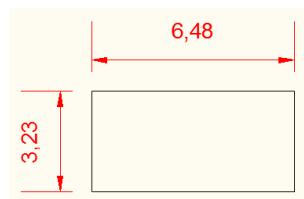
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 2,12 \rightarrow \eta = 0,47$$

$$\phi_T = 60520,21 \text{ lm}$$

$$N = 3 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.20 Jefe de departamentos



#### Dimensiones del local:



$$a = 3,23 \text{ m} \quad b = 6,48 \text{ m} \quad h' = 2,4 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 20,93 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,31 \text{ m} \quad h = 1,24 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 700 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

**Iluminancia media deseada:** 700 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

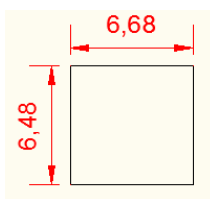
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 1,74 \rightarrow \eta = 0,42$$

$$\phi_T = 43605,00 \text{ lm}$$

$$N = 2 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.21 Sala de juntas



**Dimensiones del local:**

$$a = 6,48 \text{ m} \quad b = 6,68 \text{ m} \quad h' = 2,4 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 43,29 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,31 \text{ m} \quad h = 1,24 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 700 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

**Iluminancia media deseada:** 700 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

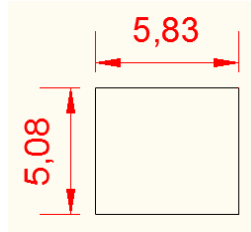
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 2,65 \rightarrow \eta = 0,53$$

$$\phi_T = 71463,40 \text{ lm}$$

$$N = 4 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.22 Director general



#### Dimensiones del local:

$$a = 5,08 \text{ m} \quad b = 5,83 \text{ m} \quad h' = 2,4 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 29,62 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,31 \text{ m} \quad h = 1,24 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 700 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

**Iluminancia media deseada:** 700 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

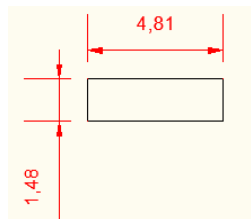
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 2,19 \rightarrow \eta = 0,48$$

$$\phi_T = 53988,23 \text{ lm}$$

$$N = 3 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.23 Cuarto de limpieza



#### Dimensiones del local:



$a = 1,48 \text{ m}$   $b = 4,81 \text{ m}$   $h' = 2,4 \text{ m}$   $h'' = 0,85 \text{ m}$   $S = 7,12 \text{ m}^2$

$d' = 0,31 \text{ m}$   $h = 1,24 \text{ m}$   $n = 2$   $E = 200 \text{ lux}$   $\Phi_L = 5200$

**Iluminancia media deseada:** 200 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL-D 58W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TCS160 2xTL-D58W HFP DP

**Flujo luminoso de la lámpara:** 5200 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

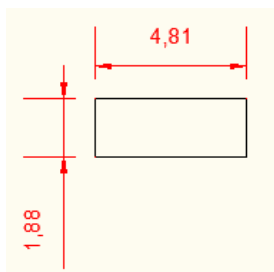
Obtenemos los siguientes datos:

$k = 0,91 \rightarrow k = 1 \rightarrow \eta = 0,28$

$\phi_T = 6356,07 \text{ lm}$

$N = 1 \text{ luminaria}$

### 2.3.3.24 Aseo masculino 2P A



**Dimensiones del local:**

$a = 1,88 \text{ m}$   $b = 4,81 \text{ m}$   $h' = 2,4 \text{ m}$   $h'' = 0,85 \text{ m}$   $S = 9,04 \text{ m}^2$

$d' = 0,31 \text{ m}$   $h = 1,24 \text{ m}$   $n = 4$   $E = 700 \text{ lux}$   $\Phi_L = 4450$

**Iluminancia media deseada:** 700 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

Obtenemos los siguientes datos:

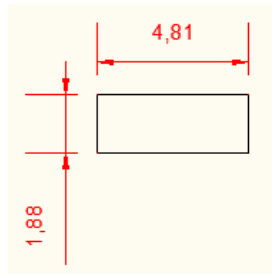


$$k = 1,09 \rightarrow \eta = 0,29$$

$$\phi_T = 27284,31 \text{ lm}$$

$$N = 2 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.25 Aseo femenino 2P A



#### Dimensiones del local:

$$a = 1,88 \text{ m} \quad b = 4,81 \text{ m} \quad h' = 2,4 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 9,04 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,31 \text{ m} \quad h = 1,24 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 700 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

**Iluminancia media deseada:** 700 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

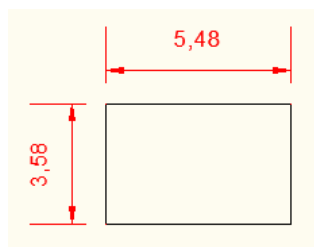
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 1,09 \rightarrow \eta = 0,29$$

$$\phi_T = 27284,31 \text{ lm}$$

$$N = 2 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.26 Jefe de calidad





**Dimensiones del local:**

$$a = 3,58 \text{ m} \quad b = 5,48 \text{ m} \quad h' = 2,4 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 19,62 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,31 \text{ m} \quad h = 1,24 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 700 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

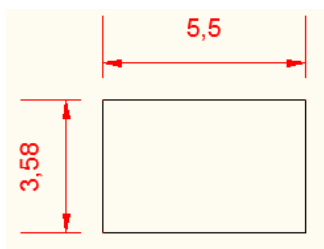
**Iluminancia media deseada:** 700 lux**Tipo de iluminación:** Directa**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes**Factor de mantenimiento:** 0,8**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 1,75 \rightarrow \eta = 0,42$$

$$\phi_T = 40871,67 \text{ lm}$$

$$N = 2 \text{ luminarias}$$

**2.3.3.27 Jefe de producción****Dimensiones del local:**

$$a = 3,58 \text{ m} \quad b = 5,5 \text{ m} \quad h' = 2,4 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 19,69 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,31 \text{ m} \quad h = 1,24 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 700 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

**Iluminancia media deseada:** 700 lux**Tipo de iluminación:** Directa**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes**Factor de mantenimiento:** 0,8**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %



Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 1,75 \rightarrow \eta = 0,42$$

$$\phi_T = 41020,83 \text{ lm}$$

$$N = 2 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.28 Pasillo

**Dimensiones del local:**

$$a = 36,1 \text{ m} \quad b = 2 \text{ m} \quad h' = 2,4 \text{ m} \quad h'' = 0 \text{ m} \quad S = 120,4 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,48 \text{ m} \quad h = 1,92 \text{ m} \quad n = 2 \quad E = 400 \text{ lux} \quad \Phi_L = 5200 \quad a' = 10,1 \text{ m} \quad b' = 2 \text{ m}$$

$$a'' = 10,15 \text{ m} \quad b'' = 2 \text{ m} \quad a''' = 3,85 \text{ m} \quad b''' = 2 \text{ m}$$

**Iluminancia media deseada:** 400 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL-D 58W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TCS160 2xTL-D58W HFP DP

**Flujo luminoso de la lámpara:** 5200 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

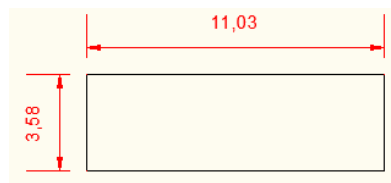
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 3,41 \rightarrow \eta = 0,57$$

$$\phi_T = 105614,04 \text{ lm}$$

$$N = 10 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.29 Departamento grafico



**Dimensiones del local:**

$$a = 3,58 \text{ m} \quad b = 11,03 \text{ m} \quad h' = 2,4 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 39,49 \text{ m}^2$$



$$d' = 0,31 \text{ m} \quad h = 1,24 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 700 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

**Iluminancia media deseada:** 700 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

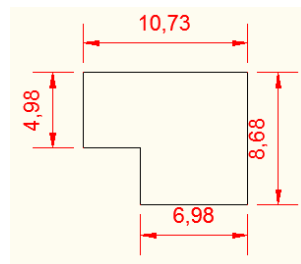
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 2,18 \rightarrow \eta = 0,48$$

$$\phi_T = 71982,24 \text{ lm}$$

$$N = 4 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.30 Oficina técnica



**Dimensiones del local:**

$$a = 4,98 \text{ m} \quad b = 3,75 \text{ m} \quad h' = 2,4 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 79,26 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,31 \text{ m} \quad h = 1,24 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 700 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450 \quad a' = 8,68 \text{ m} \quad b' = 6,98 \text{ m}$$

**Iluminancia media deseada:** 700 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

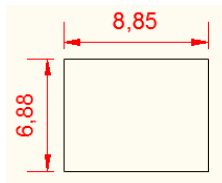
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 4,85 \rightarrow \eta = 0,63$$

$$\phi_T = 110085,28 \text{ lm}$$

$$N = 6 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.31 Área comercial



**Dimensiones del local:**

$$a = 6,88 \text{ m} \quad b = 8,85 \text{ m} \quad h' = 2,4 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 60,89 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,31 \text{ m} \quad h = 1,24 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 700 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

**Iluminancia media deseada:** 700 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

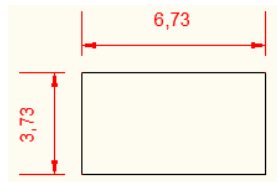
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 3,12 \rightarrow \eta = 0,55$$

$$\phi_T = 96867,27 \text{ lm}$$

$$N = 6 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.32 Director comercial



**Dimensiones del local:**

$$a = 3,73 \text{ m} \quad b = 6,73 \text{ m} \quad h' = 2,4 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 25,1 \text{ m}^2$$



$$d' = 0,31 \text{ m} \quad h = 1,24 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 700 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

**Iluminancia media deseada:** 700 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

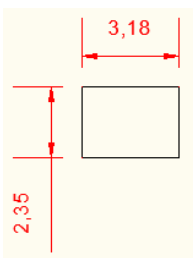
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 1,94 \rightarrow \eta = 0,44$$

$$\phi_T = 49920,54 \text{ lm}$$

$$N = 3 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.33 Aseo masculino 2P B



**Dimensiones del local:**

$$a = 2,35 \text{ m} \quad b = 3,18 \text{ m} \quad h' = 2,4 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 7,47 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,31 \text{ m} \quad h = 1,24 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 400 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

**Iluminancia media deseada:** 400 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

Obtenemos los siguientes datos:

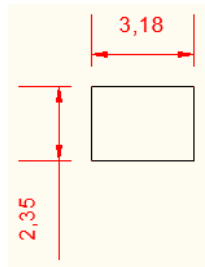


$$k = 1,09 \rightarrow \eta = 0,29$$

$$\phi_T = 12884,48 \text{ lm}$$

$$N = 1 \text{ luminaria}$$

### 2.3.3.34 Aseo femenino 2P B



#### Dimensiones del local:

$$a = 2,35 \text{ m} \quad b = 3,18 \text{ m} \quad h' = 2,4 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 7,47 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,31 \text{ m} \quad h = 1,24 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 400 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

**Iluminancia media deseada:** 400 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

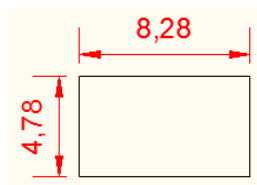
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 1,09 \rightarrow \eta = 0,29$$

$$\phi_T = 12884,48 \text{ lm}$$

$$N = 1 \text{ luminaria}$$

### 2.3.3.35 Sala de formación



**Dimensiones del local:**

$$a = 4,78 \text{ m} \quad b = 8,28 \text{ m} \quad h' = 2,4 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 39,58 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,31 \text{ m} \quad h = 1,24 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 700 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

**Iluminancia media deseada:** 700 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

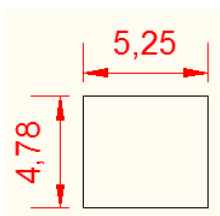
**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 2,44 \rightarrow \eta = 0,51$$

$$\phi_T = 67904,12 \text{ lm}$$

$$N = 4 \text{ luminarias}$$

**2.3.3.36 Sala de reuniones****Dimensiones del local:**

$$a = 4,78 \text{ m} \quad b = 5,25 \text{ m} \quad h' = 2,4 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 25,1 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,31 \text{ m} \quad h = 1,24 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 700 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450$$

**Iluminancia media deseada:** 700 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

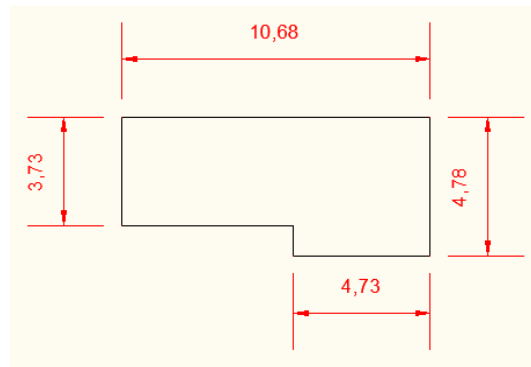
Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 2,02 \rightarrow \eta = 0,45$$

$$\phi_T = 48795,83 \text{ lm}$$

$$N = 3 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.37 Dirección



**Dimensiones del local:**

$$a = 3,73 \text{ m} \quad b = 5,95 \text{ m} \quad h' = 2,4 \text{ m} \quad h'' = 0,85 \text{ m} \quad S = 44,8 \text{ m}^2$$

$$d' = 0,31 \text{ m} \quad h = 1,24 \text{ m} \quad n = 4 \quad E = 700 \text{ lux} \quad \Phi_L = 4450 \quad a' = 4,78 \text{ m} \quad b' = 4,73 \text{ m}$$

**Iluminancia media deseada:** 700 lux

**Tipo de iluminación:** Directa

**Tipo de lámpara:** Lámpara fluorescente; Marca Philips; MASTER TL5-54W/840

**Tipo de luminaria:** Marca Philips; Modelo: Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB

**Flujo luminoso de la lámpara:** 4450 lúmenes

**Factor de mantenimiento:** 0,8

**Reflectancias efectivas:** Techo 70 %, Paredes 50 %

Obtenemos los siguientes datos:

$$k = 3,77 \rightarrow \eta = 0,59$$

$$\phi_T = 66444,98 \text{ lm}$$

$$N = 4 \text{ luminarias}$$

### 2.3.3.38 Locales sin estudios lumínicos

Escaleras





En las escaleras se colocaran 5 luminarias Philips Mazda TCS 160 2xTL-D58 W HFP DP con sus 10 tubos fluorescentes Philips MASTER TL-D 58W/840.

#### Aparcamiento y patio

El aparcamiento solamente se usará de día, por lo que no necesitaría iluminación, pero para iluminar mínimamente la zona, la empresa y su patio utilizaremos lámpara exterior clase I IP54 MPF111 1xHPI-T400W 230 posadas en la pared.

### 2.3.4 Cálculo alumbrado de emergencia

El cálculo del alumbrado de emergencia se realiza para obtener una iluminación media de 5 lux/m<sup>2</sup> en toda la nave, de manera que en caso de que el alumbrado general falle se mantenga un nivel de iluminación que permita evacuar la nave por las rutas marcadas.

La colocación del alumbrado de emergencia y señalización se situarán a una altura de 2,30 m respecto del suelo, justo encima de los marcos de las puertas, excepto en el caso de usar proyectores de gran potencia. Estos se utilizaran en el taller y en los almacenes, y se colocarán a una altura de 3m.

#### 2.3.4.1 Taller

**Área del local:** 3138,4 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 15692 lm

**Tipo de lámpara:** Proyector de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6608 43; 2x65 W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 1500 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 07; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 100 lm

**Proyectores necesarios:** 10

**Lámparas necesarias:** 4 (con cartel de salida).

#### 2.3.4.2 Almacén

**Área del local:** 116,07 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 580,35 lm

**Tipo de lámpara:** Proyector de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6608 44; 4x15 W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 600 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 07; 6W;



**Flujo luminoso de la lámpara:** 100 lm

**Proyectores necesarios:** 1

**Lámparas necesarias:** 2 (con cartel de salida).

#### 2.3.4.3 Taller de aplicación y rotulación

**Área del local:** 156,62 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 783,12 lm

**Tipo de lámpara:** Proyector de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6608 41; 2x15 W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 365 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 07; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 100 lm

**Proyectores necesarios:** 3

**Lámparas necesarias:** 2 (con cartel de salida).

#### 2.3.4.4 Centro de transformación

**Área del local:** 109,58 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 547,91 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6622 24; 8W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 350 lm

**Lámparas necesarias:** 2 (con cartel de salida).

#### 2.3.4.5 Sala de compresores

**Área del local:** 38,69 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 193,45 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 07; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 100 lm

**Lámparas necesarias:** 2 (1 con cartel de salida).

#### 2.3.4.6 Sala de descanso

**Área del local:** 51,68 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 258,4 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6622



34; 8W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 260 lm

**Lámparas necesarias:** 1 (con cartel de salida).

#### 2.3.4.7 Laboratorio

**Área del local:** 199,77 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 998,86 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6622  
24; 8W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 350 lm

**Lámparas necesarias:** 3 (2 con cartel de salida).

#### 2.3.4.8 Aseo masculino 1 P

**Área del local:** 9,04 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 45,2 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627  
02; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 100 lm

**Lámparas necesarias:** 1 (con cartel de salida).

#### 2.3.4.9 Aseo femenino 1 P

**Área del local:** 9,04 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 45,2 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627  
02; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 100 lm

**Lámparas necesarias:** 1 (con cartel de salida).

#### 2.3.4.10 Sala de seguridad

**Área del local:** 24,63 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 123,15 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627  
05; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 160 lm

**Lámparas necesarias:** 1 (con cartel de salida).



#### 2.3.4.11 Sala de visitas A

**Área del local:** 19,8 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 98,99 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 02; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 100 lm

**Lámparas necesarias:** 1 (con cartel de salida).

#### 2.3.4.12 Sala de visitas B

**Área del local:** 16,02 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 80,09 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 02; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 100 lm

**Lámparas necesarias:** 1 (con cartel de salida).

#### 2.3.4.13 Enfermería

**Área del local:** 22,98 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 114,89 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 05; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 160 lm

**Lámparas necesarias:** 1 (con cartel de salida).

#### 2.3.4.14 Vestuario masculino

**Área del local:** 81,22 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 406,11 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 06; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 200 lm

**Lámparas necesarias:** 2 (1 con cartel de salida).

#### 2.3.4.15 Vestuario femenino

**Área del local:** 81,22 m<sup>2</sup>



**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 406,11 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 06; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 200 lm

**Lámparas necesarias:** 2 (1 con cartel de salida).

#### 2.3.4.16 Pasillo

**Área del local:** 74,88 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 374,4 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 02; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 100 lm

**Lámparas necesarias:** 4

#### 2.3.4.17 Distribuidor

**Área del local:** 35,10 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 175,50 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 06; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 200 lm

**Lámparas necesarias:** 1 (con cartel de salida).

#### 2.3.4.18 Administración y secretarías

**Área del local:** 71,26 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 356,31 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 06; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 200 lm

**Lámparas necesarias:** 2 (1 con cartel de salida).

#### 2.3.4.19 Archivo

**Área del local:** 32,51 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 162,54 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 06; 6W;



**Flujo luminoso de la lámpara:** 200 lm

**Lámparas necesarias:** 1 (con cartel de salida).

#### 2.3.4.20 Jefe de departamentos

**Área del local:** 20,93 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 104,65 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 05; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 160 lm

**Lámparas necesarias:** 1 (con cartel de salida).

#### 2.3.4.21 Sala de juntas

**Área del local:** 43,29 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 216,43 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 05; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 160 lm

**Lámparas necesarias:** 2 (con cartel de salida).

#### 2.3.4.22 Director general

**Área del local:** 29,62 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 148,08 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 05; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 160 lm

**Lámparas necesarias:** 1 (con cartel de salida).

#### 2.3.4.23 Cuarto de limpieza

**Área del local:** 7,12 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 35,59 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 02; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 100 lm

**Lámparas necesarias:** 1 (con cartel de salida).

**2.3.4.24 Aseo masculino 2P A**

**Área del local:** 9,04 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 45,21 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 02; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 100 lm

**Lámparas necesarias:** 1 (con cartel de salida).

**2.3.4.25 Aseo femenino 2P A**

**Área del local:** 9,04 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 45,21 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 02; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 100 lm

**Lámparas necesarias:** 1 (con cartel de salida).

**2.3.4.26 Jefe de calidad**

**Área del local:** 19,62 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 98,09 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 02; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 100 lm

**Lámparas necesarias:** 1 (con cartel de salida).

**2.3.4.27 Jefe de producción**

**Área del local:** 19,69m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 98,45 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 02; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 100 lm

**Lámparas necesarias:** 1 (con cartel de salida).

**2.3.4.28 Pasillo**

**Área del local:** 120,40m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>



**Flujo necesario:** 602 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 02; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 100 lm

**Lámparas necesarias:** 6 (1 con cartel de salida).

#### 2.3.4.29 Departamento grafico

**Área del local:** 39,49 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 197,44 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 06; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 200 lm

**Lámparas necesarias:** 1 (con cartel de salida).

#### 2.3.4.30 Oficina técnica

**Área del local:** 79,26 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 396,31 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 06; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 200 lm

**Lámparas necesarias:** 2 (1 con cartel de salida).

#### 2.3.4.31 Área comercial

**Área del local:** 60,89 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 304,44 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 05; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 160 lm

**Lámparas necesarias:** 2 (1 con cartel de salida).

#### 2.3.4.32 Director comercial

**Área del local:** 25,10 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 125,50 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 05; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 160 lm





**Lámparas necesarias:** 1 (con cartel de salida).

#### 2.3.4.33 Aseo masculino 2P B

**Área del local:** 7,47 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 37,37 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 02; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 100 lm

**Lámparas necesarias:** 1 (con cartel de salida).

#### 2.3.4.34 Aseo femenino 2P B

**Área del local:** 7,47 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 37,37 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 02; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 100 lm

**Lámparas necesarias:** 1 (con cartel de salida).

#### 2.3.4.35 Sala de formación

**Área del local:** 39,58 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 197,89 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 02; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 100 lm

**Lámparas necesarias:** 2 (con cartel de salida).

#### 2.3.4.36 Sala de reuniones

**Área del local:** 25,10 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 125,50 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 06; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 200 lm

**Lámparas necesarias:** 1 (con cartel de salida).

#### 2.3.4.37 Dirección



**Área del local:** 44,80 m<sup>2</sup>

**Proporción:** 5 lúmenes / m<sup>2</sup>

**Flujo necesario:** 224,01 lm

**Tipo de lámpara:** Lámpara de emergencia y señalización; Marca Legrand; Ref: 6627 05; 6W;

**Flujo luminoso de la lámpara:** 160 lm

**Lámparas necesarias:** 2 (1 con cartel de salida).

### 3 Cálculos eléctricos de la instalación

#### 3.1 Ordenación de los cuadros de baja tensión

A continuación se dividirán los diferentes circuitos de la instalación interior en distintos cuadros.

En las siguientes tablas se muestra la composición de los distintos cuadros de baja tensión repartidos por la nave.

- **C.G.P.1**

- Cuadro 1
- Cuadro 2
- Cuadro 3
- Cuadro 7
- Cuadro 8

- **C.G.P.2**

- Cuadro 4
- Cuadro 5
- Cuadro 6
- Cuadro 9
- Muelle Salida
- Toma T1
- Al. T1
- Em. T1
- Em. T2

- **Cuadro 1**

Circuito	Utilización
1.1	Muelle Entrada
1.2	Maquina nº 1



1.3	Maquina nº 2
1.4	Maquina nº 3
1.5	Maquina nº 4
1.6	Maquina nº 5
1.7	Maquina nº 9
1.8	Maquina nº 10
1.9	Maquina nº 6
1.10	Maquina nº 13
1.11	Maquina nº 7
1.12	Maquina nº 14
1.13	Maquina nº 19
1.14	Maquina nº 8
1.15	Maquina nº 20
1.16	Maquina nº 21
1.17	Maquina nº 11
1.18	Maquina nº 25
1.19	Toma T2
1.20	Al. E1
1.21	Al. E2
1.22	Em. T3
1.23	Em. T4

- Cuadro 2

Circuito	Utilización
2.1	Maquina nº 26
2.2	Maquina nº 27
2.3	Maquina nº 32
2.4	Maquina nº 33
2.5	Maquina nº 36
2.6	Maquina nº 38
2.7	Maquina nº 28
2.8	Maquina nº 40
2.9	Maquina nº 29
2.10	Maquina nº 41
2.11	Maquina nº 30
2.12	Maquina nº 45
2.13	Maquina nº 31
2.14	Toma T3
2.15	Al. T2
2.16	Al. T3
2.17	Al. T4
2.18	Al. T5
2.19	Em. T5



- **Cuadro 3**

<b>Circuito</b>	<b>Utilización</b>
	Cuadro Of. 1
	Cuadro Of. 2
3.1	Maquina nº 46
3.2	Maquina nº 47
3.3	Maquina nº 48
3.4	Maquina nº 49
3.5	Maquina nº 52
3.6	Maquina nº 50
3.7	Maquina nº 53
3.8	Maquina nº 51
3.9	Maquina nº 54
3.10	Toma T4
3.11	Toma T5
3.12	Al. E3
3.13	Al. E4
3.14	Al. T6
3.15	Al. T7
3.16	Al. T8
3.17	Em. T6
3.18	Em. T7

- **Cuadro 4**

<b>Circuito</b>	<b>Utilización</b>
4.1	Maquina nº 91
4.2	Maquina nº 92
4.3	Maquina nº 93
4.4	Maquina nº 94
4.5	Maquina nº 12
4.6	Maquina nº 15
4.7	Maquina nº 16
4.8	Maquina nº 17
4.9	Maquina nº 18
4.10	Toma T6
4.11	Al. T9
4.12	Al. T10
4.13	Al. T11
4.14	Em. T9
4.15	Em. T17



- **Cuadro 5**

<b>Circuito</b>	<b>Utilización</b>
5.1	Maquina nº 22
5.2	Maquina nº 23
5.3	Maquina nº 82
5.4	Maquina nº 81
5.5	Maquina nº 24
5.6	Puerta Sector
5.7	Maquina nº 34
5.8	Maquina nº 35
5.9	Maquina nº 37
5.10	Maquina nº 79
5.11	Maquina nº 76
5.12	Maquina nº 75
5.13	Toma T7
5.14	Toma T8
5.15	Al. T12
5.16	Al. T13
5.17	Al. T14
5.18	Em. T10
5.19	Em. T11

- **Cuadro 6**

<b>Circuito</b>	<b>Utilización</b>
	Cuadro Of. 3
	Cuadro Of. 4
6.1	Maquina nº 39
6.2	Maquina nº 42
6.3	Maquina nº 43
6.4	Maquina nº 44
6.5	Maquina nº 55
6.6	Maquina nº 56
6.7	Maquina nº 57
6.8	Puerta Sector
6.9	Maquina nº 74
6.10	Maquina nº 73
6.11	Maquina nº 72
6.12	Maquina nº 58
6.13	Maquina nº 59
6.14	Maquina nº 60
6.15	Toma T9
6.16	Toma T10
6.17	Em. T8



6.18	Em. T12
------	---------

- **Cuadro 7**

Circuito	Utilización
7.1	Maquina nº 87
7.2	Maquina nº 86
7.3	Maquina nº 85
7.4	Maquina nº 89
7.5	Maquina nº 88
7.6	Maquina nº 90
7.7	Maquina nº 84
7.8	Toma T11
7.9	Al. E5
7.10	Al. E6
7.11	Em. T15

- **Cuadro 8**

Circuito	Utilización
8.1	Maquina nº 64
8.2	Maquina nº 63
8.3	Maquina nº 65
8.4	Maquina nº 61
8.5	Maquina nº 62
8.6	Maquina nº 70
8.7	Maquina nº 69
8.8	Maquina nº 71
8.9	Maquina nº 66
8.10	Toma T12
8.11	Toma T13
8.12	Em. T16

- **Cuadro 9**

Circuito	Utilización
9.1	Maquina nº 68
9.2	Maquina nº 67
9.3	Maquina nº 83
9.4	Maquina nº 80
9.5	Maquina nº 77
9.6	Maquina nº 78
9.7	Toma T14



9.8	Em. T13
9.9	Em. T14
9.10	Al. E7
9.11	Al. E8
9.12	Al. T17
9.13	Al. T18
9.14	Al. T19

- **Cuadro Of. 1**

<b>Circuito</b>	<b>Utilización</b>
Of. 1.1	Toma TO1
Of. 1.2	Toma TO2
Of. 1.3	Al. O1
Of. 1.4	Al. O2
Of. 1.5	Al. O3
Of. 1.6	Em. O1
Of. 1.7	Em. O2

- **Cuadro Of. 2**

<b>Circuito</b>	<b>Utilización</b>
Of. 2.1	Toma TO3
Of. 2.2	Toma TO4
Of. 2.3	Al. O4
Of. 2.4	Al. O5
Of. 2.5	Al. O6
Of. 2.6	Al. O7
Of. 2.7	Al. O8
Of. 2.8	Em. O3

- **Cuadro Of. 3**

<b>Circuito</b>	<b>Utilización</b>
Of. 3.1	Maquina nº 95
Of. 3.2	Maquina nº 96
Of. 3.3	Maquina nº 98
Of. 3.4	Ascensor
Of. 3.5	Maquina nº 97
Of. 3.6	Maquina nº 99
Of. 3.7	Maquina nº 101
Of. 3.8	Maquina nº 102
Of. 3.9	Maquina nº 104



Of. 3.10	Maquina nº 103
Of. 3.11	Maquina nº 100
Of. 3.12	Toma O5
Of. 3.13	Toma O6
Of. 3.14	Toma O7
Of. 3.15	Al. O9
Of. 3.16	Al. O10
Of. 3.17	Al. T15
Of. 3.18	Al. T16
Of. 3.19	Em. O4
Of. 3.20	Em. O5

- **Cuadro Of. 4**

<b>Circuito</b>	<b>Utilización</b>
Of. 4.1	Toma TO8
Of. 4.2	Toma TO9
Of. 4.3	Toma TO10
Of. 4.4	Toma TO11
Of. 4.5	Al. O11
Of. 4.6	Al. O12
Of. 4.7	Al. O13
Of. 4.8	Al. O14
Of. 4.9	Em. O6
Of. 4.10	Em. O7

- **Cuadro Of. 5**

<b>Circuito</b>	<b>Utilización</b>
Of. 5.1	Maquina nº 106
Of. 5.2	Puerta Entrada
Of. 5.3	Maquina nº 105
Of. 5.4	Toma O12
Of. 5.5	Toma O13
Of. 5.6	Toma O14
Of. 5.7	Al. O15
Of. 5.8	Al. O16
Of. 5.9	Al. O17
Of. 5.10	Em. O8
Of. 5.11	Em. O9

- **Cuadro Of. 6**





Circuito	Utilización
Of. 6.1	Toma TO15
Of. 6.2	Toma TO16
Of. 6.3	Toma TO17
Of. 6.4	Al. E9
Of. 6.5	Al. E10
Of. 6.6	Al. O18
Of. 6.7	Al. O19
Of. 6.8	Al. O20
Of. 6.9	Em. O10
Of. 6.10	Em. O11

### 3.2 Potencia de la instalación

Una vez que se tiene la distribución de los distintos receptores, se realiza el cálculo de la potencia eléctrica de cada cuadro. Mediante unos coeficientes se obtiene la dimensión aproximada del transformador que necesitamos, de las líneas, y de las protecciones.

Para ello se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$P_{\text{calculo}} = P \times Fc$$

Donde:

$P$  = Potencia de cada receptor.

$Fc$  = Coeficiente (1,8 para los fluorescentes, según la ITC-REBT 44 y 1,25 para los motores según la ITC-REBT 47).

$$P_{\text{total}} = P_{\text{calculo}} \times C_u$$

Donde:

$C_u$  = Coeficiente de utilización

#### • C.G.P.1

Circuito	Receptor	POTENCIA (W)	Fc	POTENCIA CALCULADA	FAC. SIMULTANEIDAD	POTENCIA TOTAL
C.G.P 1.1	Cuadro 1	217717	0	269615,6	0	182260
C.G.P 1.2	Cuadro 2	83682	0	106422,1	0	79282,7
C.G.P 1.3	Cuadro 3	201903,5	0	249642,8	0	158493,95
C.G.P 1.4	Cuadro 7	56605	0	67339	0	37922,5
C.G.P 1.5	Cuadro 8	301126,5	0	372009,2	0	244303,25

<b>TOTAL</b>	<b>861034</b>	<b>0</b>	<b>1065028,7</b>	<b>0</b>	<b>702262,4</b>
--------------	---------------	----------	------------------	----------	-----------------



- **C.G.P.2**

Circuito	Receptor	POTENCIA (W)	Fc	POTENCIA CALCULADA	FAC. SIMULTANEIDAD	POTENCIA TOTAL
C.G.P 2.1	Cuadro 4	137492,5	0	170779	0	96970,1
C.G.P 2.2	Cuadro 5	165887,5	0	199660,5	0	121996,25
C.G.P 2.3	Cuadro 6	222438	0	265397,9	0	157427,75
C.G.P 2.4	Cuadro 9	209741	0	262353,8	0	182767,5
C.G.P 2.5	Muelle salida	2000	1,25	2500	1	2500
C.G.P 2.6	Toma T1	8737,5	1	8737,5	0,3	2621,25
C.G.P 2.7	Al. T1	464	1,8	835,2	1	835,2
C.G.P 2.8	Em.T1	14	1,8	25,2		0
C.G.P 2.9	Em. T2	16	1,8	28,8		0

<b>TOTAL</b>	<b>746790,5</b>		<b>910317,9</b>		<b>565118,05</b>
--------------	-----------------	--	-----------------	--	------------------

- **Cuadro 1**

Circuito	Receptor	POTENCIA (W)	Fc	POTENCIA CALCULADA	FAC. SIMULTANEIDAD	POTENCIA TOTAL
1.1	Muelle Entrada	2000	1,25	2500	1	2500
1.2	Maquina nº 1	3680	1,25	4600	0,8	3680
1.3	Maquina nº 2	3680	1,25	4600	0,8	3680
1.4	Maquina nº 3	22000	1,25	27500	0,6	16500
1.5	Maquina nº 4	33000	1,25	41250	0,7	28875
1.6	Maquina nº 5	33000	1,25	41250	0,7	28875
1.7	Maquina nº 9	3000	1,25	3750	0,6	2250
1.8	Maquina nº 10	2200	1,25	2750	0,6	1650
1.9	Maquina nº 6	7500	1,25	9375	0,7	6562,5
1.10	Maquina nº 13	7500	1,25	9375	0,8	7500
1.11	Maquina nº 7	15000	1,25	18750	0,7	13125
1.12	Maquina nº 14	15000	1,25	18750	0,7	13125
1.13	Maquina nº 19	1900	1,25	2375	0,7	1662,5
1.14	Maquina nº 8	5600	1,25	7000	0,7	4900
1.15	Maquina nº 20	1900	1,25	2375	0,6	1425
1.16	Maquina nº 21	37000	1,25	46250	0,7	32375
1.17	Maquina nº 11	1470	1,25	1837,5	0,8	1470
1.18	Maquina nº 25	1470	1,25	1837,5	0,6	1102,5
1.19	Toma T2	17475	1	17475	0,3	5242,5
1.20	Al. E1	1600	1,8	2880	1	2880
1.21	Al. E2	1600	1,8	2880	1	2880



1.22	Em. T3	12	1,8	21,6	0
1.23	Em. T4	130	1,8	234	0

<b>TOTAL</b>	<b>217717</b>		<b>269615,6</b>	<b>182260</b>
--------------	---------------	--	-----------------	---------------

• **Cuadro 2**

Circuito	Receptor	POTENCIA (W)	Fc	POTENCIA CALCULADA	FAC. SIMULTANEIDAD	POTENCIA TOTAL
2.1	Maquina nº 26	1470	1,25	1837,5	0,7	1286,25
2.2	Maquina nº 27	5500	1,25	6875	0,7	4812,5
2.3	Maquina nº 32	18390	1,25	22987,5	0,8	18390
2.4	Maquina nº 33	7500	1,25	9375	0,8	7500
2.5	Maquina nº 36	10100	1,25	12625	0,8	10100
2.6	Maquina nº 38	3000	1,25	3750	0,7	2625
2.7	Maquina nº 28	5500	1,25	6875	0,6	4125
2.8	Maquina nº 40	1100	1,25	1375	0,7	962,5
2.9	Maquina nº 29	1100	1,25	1375	0,6	825
2.10	Maquina nº 41	750	1,25	937,5	0,7	656,25
2.11	Maquina nº 30	3200	1,25	4000	0,7	2800
2.12	Maquina nº 45	6600	1,25	8250	0,8	6600
2.13	Maquina nº 31	2200	1,25	2750	0,7	1925
2.14	Toma T3	9600	1	9600	0,3	2880
2.15	Al. T2	1600	1,8	2880	1	2880
2.16	Al. T3	2000	1,8	3600	1	3600
2.17	Al. T4	3200	1,8	5760	1	5760
2.18	Al. T5	864	1,8	1555,2	1	1555,2
2.19	Em. T5	8	1,8	14,4		0

<b>TOTAL</b>	<b>83682</b>		<b>106422,1</b>	<b>79282,7</b>
--------------	--------------	--	-----------------	----------------

• **Cuadro 3**

Circuito	Receptor	POTENCIA (W)	Fc	POTENCIA CALCULADA	FAC. SIMULTANEIDAD	POTENCIA TOTAL
	Cuadro Of. 1	8897,5	0	11185,5	0	8705,7
	Cuadro Of. 2	12763,5	0	15384,3	0	11524,5
3.1	Maquina nº 46	4560	1,25	5700	0,6	3420
3.2	Maquina nº 47	4560	1,25	5700	0,6	3420
3.3	Maquina nº 48	4560	1,25	5700	0,6	3420
3.4	Maquina nº 49	11630	1,25	14537,5	0,8	11630
3.5	Maquina nº 52	95000	1,25	118750	0,6	71250



3.6	Maquina nº 50	8370	1,25	10462,5	0,8	8370
3.7	Maquina nº 53	4560	1,25	5700	0,6	3420
3.8	Maquina nº 51	8370	1,25	10462,5	0,8	8370
3.9	Maquina nº 54	4560	1,25	5700	0,6	3420
3.10	Toma T4	17475	1	17475	0,3	5242,5
3.11	Toma T5	8737,5	1	8737,5	0,3	2621,25
3.12	Al. E3	800	1,8	1440	1	1440
3.13	Al. E4	800	1,8	1440	1	1440
3.14	Al. T6	2800	1,8	5040	1	5040
3.15	Al. T7	1600	1,8	2880	1	2880
3.16	Al. T8	1600	1,8	2880	1	2880
3.17	Em. T6	130	1,8	234		0
3.18	Em. T7	130	1,8	234		0

<b>TOTAL</b>	<b>201903,5</b>		<b>249642,8</b>		<b>158493,95</b>
--------------	-----------------	--	-----------------	--	------------------

- Cuadro 4**

Circuito	Receptor	POTENCIA (W)	Fc	POTENCIA CALCULADA	FAC. SIMULTANEIDAD	POTENCIA TOTAL
4.1	Maquina nº 91	5500	1,25	6875	0,5	3437,5
4.2	Maquina nº 92	5500	1,25	6875	0,5	3437,5
4.3	Maquina nº 93	15000	1,25	18750	0,5	9375
4.4	Maquina nº 94	30000	1,25	37500	0,5	18750
4.5	Maquina nº 12	22000	1,25	27500	0,7	19250
4.6	Maquina nº 15	1250	1,25	1562,5	0,7	1093,75
4.7	Maquina nº 16	15000	1,25	18750	0,6	11250
4.8	Maquina nº 17	15000	1,25	18750	0,6	11250
4.9	Maquina nº 18	15000	1,25	18750	0,6	11250
4.10	Toma T6	10462,5	1	10462,5	0,3	3138,75
4.11	Al. T9	1200	1,8	2160	1	2160
4.12	Al. T10	1200	1,8	2160	1	2160
4.13	Al. T11	232	1,8	417,6	1	417,6
4.14	Em. T9	142	1,8	255,6		0
4.15	Em. T17	6	1,8	10,8		0

<b>TOTAL</b>	<b>137492,5</b>		<b>170779</b>		<b>96970,1</b>
--------------	-----------------	--	---------------	--	----------------

- Cuadro 5**

Circuito	Receptor	POTENCIA (W)	Fc	POTENCIA CALCULADA	FAC. SIMULTANEIDAD	POTENCIA TOTAL
----------	----------	--------------	----	--------------------	--------------------	----------------



5.1	Maquina nº 22	2940	1,25	3675	0,7	2572,5
5.2	Maquina nº 23	2200	1,25	2750	0,7	1925
5.3	Maquina nº 82	33000	1,25	41250	0,8	33000
5.4	Maquina nº 81	17500	1,25	21875	0,6	13125
5.5	Maquina nº 24	2200	1,25	2750	0,7	1925
5.6	Puerta Sector	2200	1,25	2750	1	2750
5.7	Maquina nº 34	1800	1,25	2250	0,7	1575
5.8	Maquina nº 35	3000	1,25	3750	0,7	2625
5.9	Maquina nº 37	5500	1,25	6875	0,7	4812,5
5.10	Maquina nº 79	10000	1,25	12500	0,6	7500
5.11	Maquina nº 76	16000	1,25	20000	0,6	12000
5.12	Maquina nº 75	20000	1,25	25000	0,6	15000
5.13	Toma T7	17475	1	17475	0,3	5242,5
5.14	Toma T8	26212,5	1	26212,5	0,3	7863,75
5.15	Al. T12	1200	1,8	2160	1	2160
5.16	Al. T13	2000	1,8	3600	1	3600
5.17	Al. T14	2400	1,8	4320	1	4320
5.18	Em. T10	130	1,8	234		0
5.19	Em. T11	130	1,8	234		0

<b>TOTAL</b>	<b>165887,5</b>		<b>199660,5</b>		<b>121996,25</b>
--------------	-----------------	--	-----------------	--	------------------

• **Cuadro 6**

Circuito	Receptor	POTENCIA (W)	Fc	POTENCIA CALCULADA	FAC. SIMULTANEIDAD	POTENCIA TOTAL
	Cuadro Of. 3	43963,5	0	57169,3	0	39565,5
	Cuadro Of. 4	20379,5	0	23573,1	0	16888,5
6.1	Maquina nº 39	1110	1,25	1387,5	0,7	971,25
6.2	Maquina nº 42	1400	1,25	1750	0,8	1400
6.3	Maquina nº 43	1400	1,25	1750	0,8	1400
6.4	Maquina nº 44	6600	1,25	8250	0,8	6600
6.5	Maquina nº 55	4100	1,25	5125	0,6	3075
6.6	Maquina nº 56	4100	1,25	5125	0,6	3075
6.7	Maquina nº 57	4100	1,25	5125	0,6	3075
6.8	Puerta Sector	2200	1,25	2750	1	2750
6.9	Maquina nº 74	20000	1,25	25000	0,6	15000
6.10	Maquina nº 73	20000	1,25	25000	0,6	15000
6.11	Maquina nº 72	30000	1,25	37500	0,6	22500
6.12	Maquina nº 58	4000	1,25	5000	0,8	4000
6.13	Maquina nº 59	3200	1,25	4000	0,8	3200
6.14	Maquina nº 60	3200	1,25	4000	0,8	3200



6.15	Toma T9	17475	1	17475	0,3	5242,5
6.16	Toma T10	34950	1	34950	0,3	10485
6.17	Em. T8	130	1,8	234		0
6.18	Em. T12	130	1,8	234		0

<b>TOTAL</b>	<b>222438</b>		<b>265397,9</b>		<b>157427,75</b>
--------------	---------------	--	-----------------	--	------------------

• **Cuadro 7**

<b>Circuito</b>	<b>Receptor</b>	<b>POTENCIA (W)</b>	<b>Fc</b>	<b>POTENCIA CALCULADA</b>	<b>FAC. SIMULTANEIDAD</b>	<b>POTENCIA TOTAL</b>
7.1	Maquina nº 87	2000	1,25	2500	0,7	1750
7.2	Maquina nº 86	2000	1,25	2500	0,7	1750
7.3	Maquina nº 85	5000	1,25	6250	0,7	4375
7.4	Maquina nº 89	10000	1,25	12500	0,6	7500
7.5	Maquina nº 88	13000	1,25	16250	0,6	9750
7.6	Maquina nº 90	400	1,25	500	0,6	300
7.7	Maquina nº 84	5000	1,25	6250	0,7	4375
7.8	Toma T11	17475	1	17475	0,3	5242,5
7.9	Al. E5	800	1,8	1440	1	1440
7.10	Al. E6	800	1,8	1440	1	1440
7.11	Em. T15	130	1,8	234		0

<b>TOTAL</b>	<b>56605</b>		<b>67339</b>		<b>37922,5</b>
--------------	--------------	--	--------------	--	----------------

<b>Circuito</b>	<b>Receptor</b>	<b>POTENCIA (W)</b>	<b>Fc</b>	<b>POTENCIA CALCULADA</b>	<b>FAC. SIMULTANEIDAD</b>	<b>POTENCIA TOTAL</b>
	Cuadro Of. 5	19935	0	26370,5	0	21305,3
	Cuadro Of.6	23853	0	30515,4	0	24154,2
8.1	Maquina nº 64	4000	1,25	5000	0,7	3500
8.2	Maquina nº 63	4000	1,25	5000	0,7	3500
8.3	Maquina nº 65	1120	1,25	1400	0,7	980
8.4	Maquina nº 61	57000	1,25	71250	0,7	49875
8.5	Maquina nº 62	57000	1,25	71250	0,7	49875
8.6	Maquina nº 70	30000	1,25	37500	0,6	22500
8.7	Maquina nº 69	30000	1,25	37500	0,6	22500
8.8	Maquina nº 71	30000	1,25	37500	0,6	22500
8.9	Maquina nº 66	18000	1,25	22500	0,7	15750
8.10	Toma T12	8737,5	1	8737,5	0,3	2621,25



8.11	Toma T13	17475	1	17475	0,3	5242,5
8.12	Em. T16	6	1,8	10,8		0

<b>TOTAL</b>	<b>301126,5</b>		<b>372009,2</b>		<b>244303,25</b>
--------------	-----------------	--	-----------------	--	------------------

- Cuadro 8**

<b>Circuito</b>	<b>Receptor</b>	<b>POTENCIA (W)</b>	<b>Fc</b>	<b>POTENCIA CALCULADA</b>	<b>FAC. SIMULTANEIDAD</b>	<b>POTENCIA TOTAL</b>
9.1	Maquina nº 68	30000	1,25	37500	0,7	26250
9.2	Maquina nº 67	100000	1,25	125000	0,7	87500
9.3	Maquina nº 83	2000	1,25	2500	0,8	2000
9.4	Maquina nº 80	17000	1,25	21250	0,7	14875
9.5	Maquina nº 77	25000	1,25	31250	0,8	25000
9.6	Maquina nº 78	10000	1,25	12500	0,6	7500
9.7	Toma T14	17475	1	17475	0,3	5242,5
9.8	Em. T13	136	1,8	244,8		0
9.9	Em. T14	130	1,8	234		0
9.10	Al. E7	800	1,8	1440	1	1440
9.11	Al. E8	800	1,8	1440	1	1440
9.12	Al. T17	3200	1,8	5760	1	5760
9.13	Al. T18	1600	1,8	2880	1	2880
9.14	Al. T19	1600	1,8	2880	1	2880

<b>TOTAL</b>	<b>209741</b>		<b>262353,8</b>		<b>182767,5</b>
--------------	---------------	--	-----------------	--	-----------------

- Cuadro 9**

- Cuadro Of. 1**

<b>Circuito</b>	<b>Receptor</b>	<b>POTENCIA (W)</b>	<b>Fc</b>	<b>POTENCIA CALCULADA</b>	<b>FAC. SIMULTANEIDAD</b>	<b>POTENCIA TOTAL</b>
Of. 1.1	Toma TO1	4312,5	1	4312,5	0,6	2587,5
Of. 1.2	Toma TO2	1725	1	1725	0,6	1035
Of. 1.3	Al. O1	1296	1,8	2332,8	1	2332,8
Of. 1.4	Al. O2	1296	1,8	2332,8	1	2332,8
Of. 1.5	Al. O3	232	1,8	417,6	1	417,6
Of. 1.6	Em. O1	24	1,8	43,2		0
Of. 1.7	Em. O2	12	1,8	21,6		0



<b>TOTAL</b>	<b>8897,5</b>		<b>11185,5</b>		<b>8705,7</b>
--------------	---------------	--	----------------	--	---------------

- Cuadro Of. 2**

<b>Circuito</b>	<b>Receptor</b>	<b>POTENCIA (W)</b>	<b>Fc</b>	<b>POTENCIA CALCULADA</b>	<b>FAC. SIMULTANEIDAD</b>	<b>POTENCIA TOTAL</b>
Of. 2.1	Toma TO3	5175	1	5175	0,6	3105
Of. 2.2	Toma TO4	4312,5	1	4312,5	0,6	2587,5
Of. 2.3	Al. O4	648	1,8	1166,4	1	1166,4
Of. 2.4	Al. O5	648	1,8	1166,4	1	1166,4
Of. 2.5	Al. O6	648	1,8	1166,4	1	1166,4
Of. 2.6	Al. O7	432	1,8	777,6	1	777,6
Of. 2.7	Al. O8	864	1,8	1555,2	1	1555,2
Of. 2.8	Em. O3	36	1,8	64,8		0

<b>TOTAL</b>	<b>12763,5</b>		<b>15384,3</b>		<b>11524,5</b>
--------------	----------------	--	----------------	--	----------------

- Cuadro Of. 3**

<b>Circuito</b>	<b>Receptor</b>	<b>POTENCIA (W)</b>	<b>Fc</b>	<b>POTENCIA CALCULADA</b>	<b>FAC. SIMULTANEIDAD</b>	<b>POTENCIA TOTAL</b>
Of. 3.1	Maquina nº 95	1500	1,25	1875	0,7	1312,5
Of. 3.2	Maquina nº 96	2500	1,25	3125	0,7	2187,5
Of. 3.3	Maquina nº 98	3000	1,25	3750	0,7	2625
Of. 3.4	Ascensor	4000	1,3	5200	0,5	2600
Of. 3.5	Maquina nº 97	500	1,25	625	0,7	437,5
Of. 3.6	Maquina nº 99	3000	1,25	3750	0,5	1875
Of. 3.7	Maquina nº 101	3000	1,25	3750	0,6	2250
Of. 3.8	Maquina nº 102	2000	1,25	2500	0,5	1250
Of. 3.9	Maquina nº 104	1500	1,25	1875	0,8	1500
Of. 3.10	Maquina nº 103	2000	1,25	2500	0,6	1500
Of. 3.11	Maquina nº 100	3500	1,25	4375	0,5	2187,5
Of. 3.12	Toma O5	4312,5	1	4312,5	0,6	2587,5
Of. 3.13	Toma O6	2587,5	1	2587,5	0,6	1552,5
Of. 3.14	Toma O7	2587,5	1	2587,5	0,6	1552,5
Of. 3.15	Al. O9	2224	1,8	4003,2	1	4003,2
Of. 3.16	Al. O10	2436	1,8	4384,8	1	4384,8
Of. 3.17	Al. T15	1600	1,8	2880	1	2880
Of. 3.18	Al. T16	1600	1,8	2880	1	2880
Of. 3.19	Em. O4	42	1,8	75,6		0
Of. 3.20	Em. O5	74	1,8	133,2		0





<b>TOTAL</b>	<b>43963,5</b>		<b>57169,3</b>		<b>39565,5</b>
--------------	----------------	--	----------------	--	----------------

- Cuadro Of. 4**

<b>Circuito</b>	<b>Receptor</b>	<b>POTENCIA (W)</b>	<b>Fc</b>	<b>POTENCIA CALCULADA</b>	<b>FAC. SIMULTANEIDAD</b>	<b>POTENCIA TOTAL</b>
Of. 4.1	Toma TO8	3450	1	3450	0,6	2070
Of. 4.2	Toma TO9	5175	1	5175	0,6	3105
Of. 4.3	Toma TO10	3450	1	3450	0,6	2070
Of. 4.4	Toma TO11	4312,5	1	4312,5	0,6	2587,5
Of. 4.5	Al. O11	464	1,8	835,2	1	835,2
Of. 4.6	Al. O12	1296	1,8	2332,8	1	2332,8
Of. 4.7	Al. O13	1296	1,8	2332,8	1	2332,8
Of. 4.8	Al. O14	864	1,8	1555,2	1	1555,2
Of. 4.9	Em. O6	36	1,8	64,8		0
Of. 4.10	Em. O7	36	1,8	64,8		0

<b>TOTAL</b>	<b>20379,5</b>		<b>23573,1</b>		<b>16888,5</b>
--------------	----------------	--	----------------	--	----------------

- Cuadro Of. 5**

<b>Circuito</b>	<b>Receptor</b>	<b>POTENCIA (W)</b>	<b>Fc</b>	<b>POTENCIA CALCULADA</b>	<b>FAC. SIMULTANEIDAD</b>	<b>POTENCIA TOTAL</b>
Of. 5.1	Maquina nº 106	3000	1,25	3750	0,7	2625
Of. 5.2	Puerta Entrada	250	1,25	312,5	1	312,5
Of. 5.3	Maquina nº 105	1500	1,25	1875	0,8	1500
Of. 5.4	Toma O12	2587,5	1	2587,5	0,6	1552,5
Of. 5.5	Toma O13	2587,5	1	2587,5	0,6	1552,5
Of. 5.6	Toma O14	3450	1	3450	0,6	2070
Of. 5.7	Al. O15	1296	1,8	2332,8	1	2332,8
Of. 5.8	Al. O16	2160	1,8	3888	1	3888
Of. 5.9	Al. O17	3040	1,8	5472	1	5472
Of. 5.10	Em. O8	56	1,8	100,8		0
Of. 5.11	Em. O9	8	1,8	14,4		0

<b>TOTAL</b>	<b>19935</b>		<b>26370,5</b>		<b>21305,3</b>
--------------	--------------	--	----------------	--	----------------

- Cuadro Of. 6**

<b>Circuito</b>	<b>Receptor</b>	<b>POTENCIA (W)</b>	<b>Fc</b>	<b>POTENCIA CALCULADA</b>	<b>FAC. SIMULTANEIDAD</b>	<b>POTENCIA TOTAL</b>
-----------------	-----------------	---------------------	-----------	---------------------------	---------------------------	-----------------------



Of. 6.1	Toma TO15	5175	1	5175	0,6	3105
Of. 6.2	Toma TO16	5175	1	5175	0,6	3105
Of. 6.3	Toma TO17	5175	1	5175	0,6	3105
Of. 6.4	Al. E9	1200	1,8	2160	1	2160
Of. 6.5	Al. E10	400	1,8	720	1	720
Of. 6.6	Al. O18	2376	1,8	4276,8	1	4276,8
Of. 6.7	Al. O19	2540	1,8	4572	1	4572
Of. 6.8	Al. O20	1728	1,8	3110,4	1	3110,4
Of. 6.9	Em. O10	24	1,8	43,2		0
Of. 6.10	Em. O11	60	1,8	108		0

<b>TOTAL</b>	<b>23853</b>		<b>30515,4</b>		<b>24154,2</b>
--------------	--------------	--	----------------	--	----------------

### 3.3 Elección del transformador

Una vez finalizado este cálculo, se sumarán las potencias que afecta a cada cuadro y se multiplicarán por un coeficiente de simultaneidad para cada cuadro.

$$Potencia = P_{total} \times k_s$$

Donde:

$k_s$  = Coeficiente de simultaneidad (en este caso 0,9).

Finalmente se aplicará un coeficiente para prevenir el crecimiento de demanda de potencia en un 30 %.

La potencia aparente será:

$$S_{calc} = \frac{Pot.}{\cos\phi} \times F_c$$

Donde:

$Pot.$  = Potencia activa (W).

$S_{calc}$  = Potencia aparente (VA).

$\cos\phi$  = Factor de potencia compensado por la batería de condensadores (0,97)

$F_c$  = Factor de crecimiento (1,3).

POTENCIA	Ks	POT.	$\cos\phi$	Fc	Scalc
1267380,5	0,9	1140642,45	0,97	1,3	1528696,07



Los transformadores escogidos son dos transformadores ORMAZABAL de 1000 KVA, aislados mediante aceite y con un nivel de aislamiento de 24KV. Estos serán de “llenado integral”. De esta forma la instalación de la nave queda abastecida.

- Transformador 1

El transformador 1 será el encargado de alimentar los siguientes cuadros:

- Cuadro 1
- Cuadro 2
- Cuadro 3
- Cuadro 7
- Cuadro 8

POTENCIA	Ks	POT.	cos $\phi$	Fc	Scale
702262,4	0,9	632036,16	0,97	1,3	<b>847058,77</b>

Transformador de 1000 KVA de ORMAZABAL.

- Transformador 2

El transformador 2 será el encargado de alimentar los siguientes cuadros y circuitos:

- Cuadro 4
- Cuadro 5
- Cuadro 6
- Cuadro 9
- Muelle salida
- Toma T1
- Al. T1
- Em. T1
- Em.T2

POTENCIA	Ks	POT.	cos $\phi$	Fc	Scale
565172,05	0,9	508654,85	0,97	1,3	<b>681702,37</b>

Transformador de 1000 KVA de ORMAZABAL.



### 3.4 Cálculo de secciones

Lo primero que se va a realizar es el cálculo de secciones de cada línea, y posteriormente se realizará el cálculo de las protecciones para dichas líneas. Para la realización del primer cálculo, se hará un ejemplo paso a paso y posteriormente se resumirán todas las líneas en tablas con todos los parámetros calculados.

Para calcular la sección de una línea, primero es necesario conocer la potencia que se conectará en su extremo.

Para el cálculo vamos a utilizar dos criterios:

#### 1. Criterio de la caída de tensión

##### a. Para líneas trifásicas

$$S = \frac{2 \times L \times P}{c \times u \times V}$$

##### b. Para líneas monofásicas

$$S = \frac{L \times P}{c \times u \times V}$$

Donde:

$S$  = Sección (mm<sup>2</sup>)

$L$  = Longitud de la línea (m)

$P$  = Potencia conectada (W)

$c$  = Conductividad del cobre o aluminio (S/m=56 o 35)

$u$  = Caída de tensión admisible (6,5% para fuerza y 4,5% para alumbrado)

$V$  = Tensión nominal (V)

#### 2. Criterio térmico

##### a. Para líneas trifásica

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi}$$

##### b. Para líneas monofásicas

$$I = \frac{P}{V}$$

Donde:

$I$  = Intensidad (A)



$P$  = Potencia conectada (W)

$V$  = Tensión nominal (V)

Una vez que se ha obtenido la intensidad que circulará por la línea, se debe ir a la ITC-REBT 07 si se trata de una instalación subterránea, o a la ITC-REBT 19 si se trata de alguna de las instalaciones que se especifican en esta ITC. Después se busca la sección del cable adecuada para que soporte la intensidad calculada.

En el caso de tratarse de una instalación subterránea, se debe de aplicar un coeficiente por llevar los cables bajo zanja y en contacto.

Después se calcula la acometida, es decir, la línea que une la red de distribución de la empresa suministradora con el centro de transformación.

Esta línea se dimensionará para una potencia de 2000 kW (la de los transformadores). La longitud desde el centro de transformación hasta la red de distribución de IBERDROLA es de 135 m.

#### Criterio de la caída de tensión

$$S = \frac{2 \times L \times P}{c \times u \times V} = \frac{2 \times 135 \times 2000000}{35 \times 1000 \times 20000} = 0.77 \text{ mm}^2$$

#### Criterio térmico

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi} = \frac{2000000}{\sqrt{3} \times 20000 \times 0.9} = 64.15 \text{ A}$$

Con esta intensidad hay que buscar en la tabla 12 (ITC-LAT 06) la sección necesaria para que cumpla este criterio ( $25 \text{ mm}^2$ ).

En este caso, la sección obtenida por el criterio térmico es mayor que la obtenida por el criterio de caída de tensión, por lo que como mínimo la sección debe de ser esta.

La acometida ira enterrada en zanja en el interior de tubo a una profundidad de 1 m.

**Acometida: 3x50 mm<sup>2</sup> Al**

**El aislamiento será HPER y el diámetro exterior de los tubos será de 60 mm**

El resto de los cálculos de las distintas líneas lo reflejaremos en las siguientes tablas. Los aislamientos para el resto de circuitos serán de PVC, e irán sobre bandeja a lo largo de la fábrica y a la hora de tener que alimentar a los receptores bajara mediante bandeja más pequeña rejiband.



- **C.G.P.1**

LÍNEA	FASES (mm2)	NEUTRO (mm2)	C.P. (mm2)	CANALIZACIÓN	FASES	DESIGNACIÓN
Cuadro 1	95	95	50	Bandeja	R-S-T-N	2x4x95 + 50 TT
Cuadro 2	70	70	35	Bandeja	R-S-T-N	4x70 + 35 TT
Cuadro 3	240	240	120	Bandeja	R-S-T-N	4x240 + 120 TT
Cuadro 7	25	25	16	Bandeja	R-S-T-N	4x25 + 16 TT
Cuadro 8	185	185	95	Bandeja	R-S-T-N	2x4x185 + 95 TT
Bateria Cond.	150	150	95	Bandeja	R-S-T-N	3x4x150 + 95 TT

- **C.G.P.2**

LÍNEA	FASES (mm2)	NEUTRO (mm2)	C.P. (mm2)	CANALIZACIÓN	FASES	DESIGNACIÓN
Cuadro 4	95	95	50	Bandeja	R-S-T-N	4x95 + 50 TT
Cuadro 5	150	150	95	Bandeja	R-S-T-N	4x150 + 95 TT
Cuadro 6	240	240	120	Bandeja	R-S-T-N	4x240 + 120 TT
Cuadro 9	95	95	50	Bandeja	R-S-T-N	2x4x95 + 50 TT
Muelle salida	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
Toma T1	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
Al. T1	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT
Em. T1	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT
Em. T2	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT
Bateria Cond.	150	150	95	Bandeja	R-S-T-N	2x4x185 + 95 TT

- **Cuadro 1**

LÍNEA	FASES (mm2)	NEUTRO (mm2)	C.P. (mm2)	CANALIZACIÓN	FASES	DESIGNACIÓN
1.1	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
1.2	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
1.3	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
1.4	10	10	10	Bandeja	R-S-T-N	4x10 + 10 TT
1.5	25	25	16	Bandeja	R-S-T-N	4x25 + 16 TT
1.6	25	25	16	Bandeja	R-S-T-N	4x25 + 16 TT
1.7	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
1.8	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
1.9	2,5	2,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x2,5 + 4 TT
1.10	2,5	2,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x2,5 + 4 TT
1.11	10	10	10	Bandeja	R-S-T-N	4x10 + 10 TT
1.12	10	10	10	Bandeja	R-S-T-N	4x10 + 10 TT



1.13	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
1.14	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
1.15	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
1.16	35	35	16	Bandeja	R-S-T-N	4x35 + 16 TT
1.17	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
1.18	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
1.19	4	4	4	Bandeja	R-S-T-N	4x4 + 4 TT
1.20	2,5	2,5	4	Bandeja	T-N	2x2,5 + 4 TT
1.21	2,5	2,5	4	Bandeja	T-N	2x2,5 + 4 TT
1.22	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT
1.23	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT

• Cuadro 2

LÍNEA	FASES (mm <sup>2</sup> )	NEUTRO (mm <sup>2</sup> )	C.P. (mm <sup>2</sup> )	CANALIZACIÓN	FASES	DESIGNACIÓN
2.1	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
2.2	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
2.3	10	10	10	Bandeja	R-S-T-N	4x10 + 10 TT
2.4	2,5	2,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x2,5 + 4 TT
2.5	4	4	4	Bandeja	R-S-T-N	4x4 + 4 TT
2.6	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
2.7	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
2.8	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
2.9	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
2.10	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
2.11	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
2.12	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
2.13	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
2.14	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
2.15	1,5	1,5	4	Bandeja	S-N	2x1,5 + 4 TT
2.16	1,5	1,5	4	Bandeja	S-N	2x1,5 + 4 TT
2.17	4	4	4	Bandeja	S-N	2x4 + 4 TT
2.18	1,5	1,5	4	Bandeja	S-N	2x1,5 + 4 TT
2.19	1,5	1,5	4	Bandeja	S-N	2x1,5 + 4 TT

• Cuadro 3

LÍNEA	FASES (mm <sup>2</sup> )	NEUTRO (mm <sup>2</sup> )	C.P. (mm <sup>2</sup> )	CANALIZACIÓN	FASES	DESIGNACIÓN
Cuadro Of. 1	4	4	4	Bandeja	R-S-T-N	4x4 + 4 TT
Cuadro Of. 2	6	6	6	Bandeja	R-S-T-N	4x6 + 6 TT



3.1	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
3.2	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
3.3	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
3.4	4	4	4	Bandeja	R-S-T-N	4x4 + 4 TT
3.5	150	150	50	Bandeja	R-S-T-N	4x150 + 95 TT
3.6	2,5	2,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x2,5 + 4 TT
3.7	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
3.8	2,5	2,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x2,5 + 4 TT
3.9	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
3.10	4	4	4	Bandeja	R-S-T-N	4x4 + 4 TT
3.11	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
3.12	2,5	2,5	4	Bandeja	S-N	2x2,5 + 4 TT
3.13	2,5	2,5	4	Bandeja	S-N	2x2,5 + 4 TT
3.14	4	4	4	Bandeja	S-N	2x4 + 4 TT
3.15	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
3.16	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
3.17	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
3.18	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT

• Cuadro 4

LÍNEA	FASES (mm2)	NEUTRO (mm2)	C.P. (mm2)	CANALIZACIÓN	FASES	DESIGNACIÓN
4.1	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
4.2	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
4.3	10	10	10	Bandeja	R-S-T-N	4x10 + 10 TT
4.4	16	16	16	Bandeja	R-S-T-N	4x16 + 16 TT
4.5	10	10	10	Bandeja	R-S-T-N	4x10 + 10 TT
4.6	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
4.7	10	10	10	Bandeja	R-S-T-N	4x10 + 10 TT
4.8	10	10	10	Bandeja	R-S-T-N	4x10 + 10 TT
4.9	10	10	10	Bandeja	R-S-T-N	4x10 + 10 TT
4.10	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
4.11	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT
4.12	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT
4.13	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT
4.14	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT
4.15	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT

• Cuadro 5

LÍNEA	FASES	NEUTRO	C.P.	CANALIZACIÓN	FASES	DESIGNACIÓN
-------	-------	--------	------	--------------	-------	-------------





	(mm2)	(mm2)	(mm2)			
5.1	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
5.2	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
5.3	25	25	16	Bandeja	R-S-T-N	4x25 + 16 TT
5.4	10	10	10	Bandeja	R-S-T-N	4x10 + 10 TT
5.5	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
5.6	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
5.7	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
5.8	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
5.9	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
5.10	4	4	4	Bandeja	R-S-T-N	4x4 + 4 TT
5.11	10	10	10	Bandeja	R-S-T-N	4x10 + 10 TT
5.12	10	10	10	Bandeja	R-S-T-N	4x10 + 10 TT
5.13	4	4	4	Bandeja	R-S-T-N	4x4 + 4 TT
5.14	10	10	10	Bandeja	R-S-T-N	4x10 + 10 TT
5.15	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT
5.16	2,5	2,5	4	Bandeja	T-N	2x2,5 + 4 TT
5.17	4	4	4	Bandeja	T-N	2x4 + 4 TT
5.18	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT
5.19	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT

• Cuadro 6

LÍNEA	FASES (mm2)	NEUTRO (mm2)	C.P. (mm2)	CANALIZACIÓN	FASES	DESIGNACIÓN
Cuadro Of. 3	16	16	16	Bandeja	R-S-T-N	4x16 + 16 TT
Cuadro Of. 4	6	6	6	Bandeja	R-S-T-N	4x6 + 6 TT
6.1	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
6.2	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
6.3	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
6.4	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
6.5	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
6.6	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
6.7	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
6.8	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
6.9	10	10	10	Bandeja	R-S-T-N	4x10 + 10 TT
6.10	10	10	10	Bandeja	R-S-T-N	4x10 + 10 TT
6.11	16	16	16	Bandeja	R-S-T-N	4x16 + 16 TT
6.12	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
6.13	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
6.14	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
6.15	4	4	4	Bandeja	R-S-T-N	4x4 + 4 TT



6.16	16	16	16	Bandeja	R-S-T-N	4x16 + 16 TT
6.17	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
6.18	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT

• Cuadro 7

LÍNEA	FASES (mm2)	NEUTRO (mm2)	C.P. (mm2)	CANALIZACIÓN	FASES	DESIGNACIÓN
7.1	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
7.2	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
7.3	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
7.4	4	4	4	Bandeja	R-S-T-N	4x4 + 4 TT
7.5	4	4	4	Bandeja	R-S-T-N	4x4 + 4 TT
7.6	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
7.7	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
7.8	4	4	4	Bandeja	R-S-T-N	4x4 + 4 TT
7.9	2,5	2,5	4	Bandeja	R-N	2x2,5 + 4 TT
7.10	2,5	2,5	4	Bandeja	R-N	2x2,5 + 4 TT
7.11	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT

• Cuadro 8

LÍNEA	FASES (mm2)	NEUTRO (mm2)	C.P. (mm2)	CANALIZACIÓN	FASES	DESIGNACIÓN
Cuadro Of. 5	10	10	10	Bandeja	R-S-T-N	4x10 + 10 TT
Cuadro Of. 6	10	10	10	Bandeja	R-S-T-N	4x10 + 10 TT
8.1	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
8.2	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
8.3	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
8.4	70	70	35	Bandeja	R-S-T-N	4x70 + 35 TT
8.5	70	70	35	Bandeja	R-S-T-N	4x70 + 35 TT
8.6	16	16	16	Bandeja	R-S-T-N	4x16 + 16 TT
8.7	16	16	16	Bandeja	R-S-T-N	4x16 + 16 TT
8.8	16	16	16	Bandeja	R-S-T-N	4x16 + 16 TT
8.9	10	10	10	Bandeja	R-S-T-N	4x10 + 10 TT
8.10	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
8.11	4	4	4	Bandeja	R-S-T-N	4x4 + 4 TT
8.12	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT

• Cuadro 9

LÍNEA	FASES	NEUTRO	C.P.	CANALIZACIÓN	FASES	DESIGNACIÓN
-------	-------	--------	------	--------------	-------	-------------



	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm <sup>2</sup> )			
9.1	16	16	16	Bandeja	R-S-T-N	4x16 + 16 TT
9.2	150	150	95	Bandeja	R-S-T-N	4x150 + 95 TT
9.3	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
9.4	10	10	10	Bandeja	R-S-T-N	4x10 + 10 TT
9.5	16	16	16	Bandeja	R-S-T-N	4x16 + 16 TT
9.6	4	4	4	Bandeja	R-S-T-N	4x4 + 4 TT
9.7	4	4	4	Bandeja	R-S-T-N	4x4 + 4 TT
9.8	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
9.9	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
9.10	2,5	2,5	4	Bandeja	R-N	2x2,5 + 4 TT
9.11	2,5	2,5	4	Bandeja	R-N	2x2,5 + 4 TT
9.12	4	4	4	Bandeja	S-N	2x4 + 4 TT
9.13	1,5	1,5	4	Bandeja	S-N	2x1,5 + 4 TT
9.14	1,5	1,5	4	Bandeja	S-N	2x1,5 + 4 TT

• Cuadro Of. 1

LÍNEA	FASES (mm <sup>2</sup> )	NEUTRO (mm <sup>2</sup> )	C.P. (mm <sup>2</sup> )	CANALIZACIÓN	FASES	DESIGNACIÓN
Of. 1.1	2,5	2,5	4	Bandeja	S-N	2x2,5 + 4 TT
Of. 1.2	1,5	1,5	4	Bandeja	S-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 1.3	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 1.4	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 1.5	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 1.6	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 1.7	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT

• Cuadro Of. 2

LÍNEA	FASES (mm <sup>2</sup> )	NEUTRO (mm <sup>2</sup> )	C.P. (mm <sup>2</sup> )	CANALIZACIÓN	FASES	DESIGNACIÓN
Of. 2.1	4	4	4	Bandeja	T-N	2x4 + 4 TT
Of. 2.2	2,5	2,5	4	Bandeja	T-N	2x2,5 + 4 TT
Of. 2.3	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 2.4	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 2.5	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 2.6	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 2.7	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 2.8	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT



- **Cuadro Of. 3**

LÍNEA	FASES (mm2)	NEUTRO (mm2)	C.P. (mm2)	CANALIZACIÓN	FASES	DESIGNACIÓN
Of. 3.1	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 3.2	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
Of. 3.3	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
Of. 3.4	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
Of. 3.5	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 3.6	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
Of. 3.7	4	4	4	Bandeja	R-N	2x4 + 4 TT
Of. 3.8	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
Of. 3.9	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 3.10	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 3.11	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
Of. 3.12	2,5	2,5	4	Bandeja	S-N	2x2,5 + 4 TT
Of. 3.13	1,5	1,5	4	Bandeja	S-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 3.14	1,5	1,5	4	Bandeja	S-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 3.15	2,5	2,5	4	Bandeja	T-N	2x2,5 + 4 TT
Of. 3.16	4	4	4	Bandeja	T-N	2x4 + 4 TT
Of. 3.17	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 3.18	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 3.19	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 3.20	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT

- **Cuadro Of. 4**

LÍNEA	FASES (mm2)	NEUTRO (mm2)	C.P. (mm2)	CANALIZACIÓN	FASES	DESIGNACIÓN
Of. 4.1	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 4.2	4	4	4	Bandeja	R-N	2x4 + 4 TT
Of. 4.3	1,5	1,5	4	Bandeja	S-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 4.4	2,5	2,5	4	Bandeja	S-N	2x2,5 + 4 TT
Of. 4.5	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 4.6	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 4.7	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 4.8	1,5	1,5	4	Bandeja	S-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 4.9	1,5	1,5	4	Bandeja	S-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 4.10	1,5	1,5	4	Bandeja	S-N	2x1,5 + 4 TT

- **Cuadro Of. 5**



LÍNEA	FASES (mm <sup>2</sup> )	NEUTRO (mm <sup>2</sup> )	C.P. (mm <sup>2</sup> )	CANALIZACIÓN	FASES	DESIGNACIÓN
Of. 5.1	4	4	4	Bandeja	T-N	2x4 + 4 TT
Of. 5.2	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
Of. 5.3	1,5	1,5	4	Bandeja	R-S-T-N	4x1,5 + 4 TT
Of. 5.4	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 5.5	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 5.6	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 5.7	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 5.8	2,5	2,5	4	Bandeja	R-N	2x2,5 + 4 TT
Of. 5.9	4	4	4	Bandeja	R-N	2x4 + 4 TT
Of. 5.10	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 5.11	1,5	1,5	4	Bandeja	R-N	2x1,5 + 4 TT

• **Cuadro Of. 6**

LÍNEA	FASES (mm <sup>2</sup> )	NEUTRO (mm <sup>2</sup> )	C.P. (mm <sup>2</sup> )	CANALIZACIÓN	FASES	DESIGNACIÓN
Of. 6.1	4	4	4	Bandeja	S-N	2x4 + 4 TT
Of. 6.2	4	4	4	Bandeja	S-N	2x4 + 4 TT
Of. 6.3	4	4	4	Bandeja	S-N	2x4 + 4 TT
Of. 6.4	2,5	2,5	4	Bandeja	R-N	2x2,5 + 4 TT
Of. 6.5	2,5	2,5	4	Bandeja	R-N	2x2,5 + 4 TT
Of. 6.6	4	4	4	Bandeja	R-N	2x4 + 4 TT
Of. 6.7	4	4	4	Bandeja	T-N	2x4 + 4 TT
Of. 6.8	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 6.9	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT
Of. 6.10	1,5	1,5	4	Bandeja	T-N	2x1,5 + 4 TT

### 3.5 Cálculo de las protecciones magnetotérmicas

El cálculo de protecciones es posible que nos fuerce a cambiar alguna de las secciones de los cables debido a:

- La intensidad nominal normalizada de los interruptores.
- El tiempo máximo que el conductor aguanta la intensidad de cortocircuito es inferior que el marcado (0,1 segundos).
- La ITC-REBT 25 obliga a unas determinadas secciones e intensidades de los interruptores que conllevarán al cambio para cumplir todas las condiciones.



La primera protección que se calculará será el I.C.P., que se coloca a la entrada del cuadro C.G.P. para proteger la empresa frente a sobrecarga. Para calcular las protecciones hay que calcular primero las impedancias de la red de baja tensión, del transformador, la apartamentada...

Así pues, se calculan los datos necesarios para todas las protecciones.

Lo primero que se hará es poner las fórmulas que se usarán para el cálculo, comunes para todos los circuitos. La apartamentada habrá que ir aumentándola a medida que bajemos en el circuito, ya que se añaden protecciones. No obstante, estos cálculos se realizarán por medio de una tabla Excel, lo que facilitará el cálculo.

$$Z_{M.T.}(j) = \frac{u_{M.T.}^2}{S_{cc}}$$

$$Z_{B.T.}(j) = Z_{M.T.}(j) \times \frac{u_{B.T.}^2}{u_{M.T.}^2}$$

$$Z_{Trafo}(j) = U_{cc} \times \frac{u_{B.T.}^2}{S_n}$$

$$Z_{Apartamentada1}(j) = n^9 \times 0.00015$$

$$Z_{DI} = \phi \times \frac{L}{s} \quad |Z_d| = \sqrt{(Z_{Lineas})^2 + (Z(j))^2}$$

$$I_{cc \max} = \frac{c \times u_{B.T.}}{\sqrt{3} \times |Z_d|} \quad I_{cc \min} = \frac{c \times u_{B.T.} \times \sqrt{3}}{|2 \times Z_d + Z_o|}$$

$$|Z_o| = \sqrt{(3 \times Z'_{Lineas})^2 + (Z_{Trafo}(j) + 3 \times Z_{Apartamentada}(j))^2}$$

$$t_{mcicc} = \frac{\Delta T_{cc} \times s^2 \times Cc}{I_{ccf}^2}$$

Definición de las abreviaturas:

$Z_{M.T.}(j)$  = Impedancia de Media Tensión.

$Z_{B.T.}(j)$  = Impedancia de Baja Tensión.

$Z_{Trafo}(j)$  = Impedancia del transformador.

$Z_{Apartamentada1}(j)$  = Impedancia de la Apartamentada hasta el cuadro C.G.P.

$Z_{DI}$  = Impedancia de la Derivación Individual. Esta fórmula se utilizará para todas las líneas que calculemos.

$|Z_d|$  = Impedancia directa.

$|Z_o|$  = Impedancia homopolar.

$u_{M.T.}$  = Tensión en Media Tensión (13200 V).

$S_{cc}$  = Corriente de cortocircuito al principio de la línea dada por la compañía eléctrica (400000000 VA).

$u_{B.T.}$  = Tensión en Baja Tensión (400 V ó 230 V).

$U_{cc}$  (%) = Tensión de cortocircuito que se rige por la siguiente tabla:

	$U_{cc}$
$S_n \leq 630KVA$	4%
$630KVA \leq S_n \leq 800KVA$	4.5%
$800KVA \leq S_n \leq 1000KVA$	5%
$1000KVA \leq S_n \leq 1600KVA$	6%

$S_n$  = Potencia del transformador (400000 VA).



$n^o$  = Número de aparatos o protecciones.

$\phi$  = Resistividad del cobre (0.018).

$L$  = Longitud de la línea.

$s$  = Sección de la línea.

$I_{cc\ max}$  = Calculamos la intensidad de cortocircuito máxima para el punto en el que nos encontramos y puede ser calculada con tres fórmulas.

Cortocircuito trifásico	$I_{cc\ max} = \frac{c \times u_{B.T.}}{\sqrt{3} \times  Z_d }$
Cortocircuito bifásico	$I_{cc\ max} = \frac{c \times u_{B.T.}}{2 \times  Z_d }$
Cortocircuito Fase-Tierra	$I_{cc\ max} = \frac{c \times u_{B.T.} \times \sqrt{3}}{ 2 \times Z_d + Z_o }$

$I_{cc\ min}$  = Corriente de cortocircuito mínima, suele ser el cortocircuito fase-tierra.

$c$  = Se rige por la siguiente tabla:

	$I_{cc\ max}$	$I_{cc\ min}$
230/400 V	1	0.95
Otras tensiones	1.05	1

$t_{mcicc}$  = Tiempo máximo que el conductor es capaz de soportar la intensidad de cortocircuito.

$C_c$  = Coeficiente del conductor. Se rige por la siguiente tabla:

	PVC	XLPE/EPR
Cu	135	135
Al	57	57

$I_{ccf} = I_{cc\ min}$

$\Delta T_{cc}$  = Variación de la temperatura máxima que aguanta el aislamiento de funcionamiento nominal a cortocircuito.

	$\Delta T$
PVC	90
XLPE	160

### 3.5.1 Ejemplo de cálculo: Magnetotérmico de C.G.P. para el cuadro auxiliar 1

Este elemento va a proteger frente a sobrecarga y cortocircuito por lo que hay que calcular el poder de corte, el calibre y su curva:

$$Z_{M.T.}(j) = \frac{u_{M.T.}^2}{S_{cc}} = \frac{20000^2}{400000000} = 1j\Omega$$



$$Z_{B.T.}(j) = Z_{M.T.}(j) \times \frac{u_{B.T.}^2}{u_{M.T.}^2} = 1 \times \frac{400^2}{20000^2} = 0,0004j\Omega$$

$$Z_{Trafo}(j) = U_{cc} \times \frac{u_{B.T.}^2}{S_n} = \frac{6}{100} \times \frac{400^2}{2000000} = 0,0048j\Omega$$

$$Z_{Aparametna1}(j) = n^2 \times 0,00015 = 2 \times 0,00015 = 0,0003j\Omega$$

$$Z_{Acometida} = \phi \times \frac{L}{s} = 0,018 \times \frac{12}{3 \times 240} = 0,0003\Omega$$

$$|Z_d| = \sqrt{(Z_{Líneas})^2 + (Z(j))^2} = \sqrt{(0,0003)^2 + (0,0004 + 0,0048 + 0,0003)^2} = 0,005358$$

$$I_{cc \max} = \frac{c \times u_{B.T.}}{\sqrt{3} \times |Z_d|} = \frac{1 \times 400}{\sqrt{3} \times 0,005358} = 43098,67 \text{ A}$$

El Poder de Corte de este magnetotérmico será de 50 KA.

Para calcular el calibre:

$$I_{calc} < I_n < I_{adm}; \quad 326,7 < I_n < 423$$

Se escoge un interruptor automático magnetotérmico de intensidad nominal 400 A, que es la intensidad normalizada, y para ello ha habido que subir la sección que se iba a poner al conductor que iba hasta el cuadro C.S.1.

A continuación se calcula la curva de la protección:

$$Z_{Línea \text{ C.S.1.}} = \phi \times \frac{L}{s} = 0,018 \times \frac{38,2}{2 \times 95} = 0,00362\Omega$$

Para este cálculo, se deben hallar las impedancias de las líneas a temperatura de cortocircuito:

$$Z'_{Línea \text{ C.S.1.}}(250^\circ) = Z_{Línea \text{ C.S.1.}} \times (1 + \alpha \times \Delta T) = 0,00362 \times (1 + 0,004 \times 230) = 0,0069 \Omega$$

$$Z'_{Acometida}(250^\circ) = Z_{Acometida} \times (1 + \alpha \times \Delta T) = 0,0003 \times (1 + 0,004 \times 230) = 0,00306\Omega$$

Se coge toda la apartamentada de la línea:

$$Z_{Aparametna'}(j) = n^2 \times 0,00015 = 3 \times 0,00015 = 0,00045j\Omega$$

$$Z_d = Z'_{Líneas} + Z(j) = 0,0069 + 0,00306 + (0,0004 + 0,0048 + 0,00045)j = 0,01001 + (0,0055)j$$

$$Z_o = 3 \times Z'_{Líneas} + Z_{Trafo}(j) + 3 \times Z_{Aparametna}(j) = 3 \times 0,0069 + (0,0048 + 3 \times 0,00045)j = 0,0207 + 0,00615j$$

$$|2 \times Z_d + Z_o| = \sqrt{(0,02002 + 0,0207)^2 + ((0,011 + 0,00615)j)^2} = 0,05275\Omega$$

$$I_{cc \min} = \frac{c \times u_{B.T.} \times \sqrt{3}}{|2 \times Z_d + Z_o|} = \frac{0,95 \times 400 \times \sqrt{3}}{0,05275} = 12476,17 \text{ A}$$





$$I_{ccF} = I_{cc \min} \geq 5 \times I_n = 2000 \rightarrow \text{Curva B}$$

$$I_{ccF} = I_{cc \min} \geq 10 \times I_n = 4000 \rightarrow \text{Curva C}$$

$$I_{ccF} = I_{cc \min} \geq 20 \times I_n = 8000 \rightarrow \text{Curva D y MA}$$

La curva elegida para el magnetotérmico será la D.

Se comprueba ahora que el tiempo que soporta el conductor la intensidad de cortocircuito es válido:

$$t_{mcicc} = \frac{C_c \times s^2 \times \Delta T_{cc}}{I_{ccf}^2} = \frac{135 \times (2 \times 95)^2 \times 90}{12476,17^2} = 2,82 \text{ s} > 0,1 \text{ s} \rightarrow \text{Válido}$$

### 3.5.2. Cálculo de los interruptores magnetotérmicos

En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos del cálculo de los interruptores magnetotérmicos.

- **C.G.P. 1**

Circuito	Receptor	Icc máx (A)	PdC (kA)	Calibre (A)	Curva
ICP1	C.G.P.1	44337,83339	50	1000	D y MA
C.G.P. 1.1	Cuadro 1	43098,66916	50	400	D y MA
C.G.P. 1.2	Cuadro 2	43098,66916	50	160	D y MA
C.G.P. 1.3	Cuadro 3	43098,66916	50	320	D y MA
C.G.P. 1.4	Cuadro 7	43098,66916	50	80	D y MA
C.G.P. 1.5	Cuadro 8	43098,66916	50	630	D y MA
C.G.P. 1.6	Bateria Cond.	44287,69	50	800	D y MA

- **Cuadro 1**

Circuito	Receptor	Icc máx (A)	PdC (kA)	Calibre (A)	Curva
Cabecera	Cuadro 1	34823,18978	36	400	D y MA
1.1	Muelle Entrada	32414,2355	36	10	D y MA
1.2	Maquina nº 1	32414,2355	36	10	D y MA
1.3	Maquina nº 2	32414,2355	36	10	D y MA
1.4	Maquina nº 3	32414,2355	36	50	D y MA
1.5	Maquina nº 4	32414,2355	36	80	D y MA
1.6	Maquina nº 5	32414,2355	36	80	D y MA
1.7	Maquina nº 9	32414,2355	36	10	C
1.8	Maquina nº 10	32414,2355	36	10	C
1.9	Maquina nº 6	32414,2355	36	20	C
1.10	Maquina nº 13	32414,2355	36	20	C



1.11	Maquina nº 7	32414,2355	36	40	D y MA
1.12	Maquina nº 14	32414,2355	36	40	D y MA
1.13	Maquina nº 19	32414,2355	36	10	C
1.14	Maquina nº 8	32414,2355	36	16	B
1.15	Maquina nº 20	32414,2355	36	10	C
1.16	Maquina nº 21	32414,2355	36	100	D y MA
1.17	Maquina nº 11	32414,2355	36	10	C
1.18	Maquina nº 25	32414,2355	36	10	C
1.19	Toma T2	32414,2355	36	32	C
1.20	Al. E1	18638,18541	25	16	D y MA
1.21	Al. E2	18638,18541	25	16	D y MA
1.22	Em. T3	18638,18541	25	6	D y MA
1.23	Em. T4	18638,18541	25	6	D y MA

○ **Cuadro 2**

<b>Circuito</b>	<b>Receptor</b>	<b>Icc máx (A)</b>	<b>PdC (kA)</b>	<b>Calibre (A)</b>	<b>Curva</b>
Cabecera	Cuadro 2	12467,27878	15	160	D y MA
2.1	Maquina nº 26	12345,90147	15	10	D y MA
2.2	Maquina nº 27	12345,90147	15	16	C
2.3	Maquina nº 32	12345,90147	15	50	D y MA
2.4	Maquina nº 33	12345,90147	15	20	C
2.5	Maquina nº 36	12345,90147	15	32	C
2.6	Maquina nº 38	12345,90147	15	10	C
2.7	Maquina nº 28	12345,90147	15	16	B
2.8	Maquina nº 40	12345,90147	15	10	C
2.9	Maquina nº 29	12345,90147	15	10	C
2.10	Maquina nº 41	12345,90147	15	10	C
2.11	Maquina nº 30	12345,90147	15	10	C
2.12	Maquina nº 45	12345,90147	15	16	B
2.13	Maquina nº 31	12345,90147	15	10	C
2.14	Toma T3	12345,90147	15	16	C
2.15	Al. T2	7098,893346	10	16	B
2.16	Al. T3	7098,893346	10	20	B
2.17	Al. T4	7098,893346	10	32	B
2.18	Al. T5	7098,893346	10	10	C
2.19	Em. T5	7098,893346	10	6	D y MA

○ **Cuadro 3**

<b>Circuito</b>	<b>Receptor</b>	<b>Icc máx (A)</b>	<b>PdC</b>	<b>Calibre (A)</b>	<b>Curva</b>
-----------------	-----------------	--------------------	------------	--------------------	--------------



			(kA)		
Cabecera	Cuadro 3	22569,22662	36	320	D y MA
Cuadro Of. 1	Cuadro Of. 1	21872,18178	36	16	D y MA
Cuadro Of. 2	Cuadro Of. 2	21872,18178	36	25	D y MA
3.1	Maquina nº 46	21872,18178	36	10	D y MA
3.2	Maquina nº 47	21872,18178	36	10	D y MA
3.3	Maquina nº 48	21872,18178	36	10	D y MA
3.4	Maquina nº 49	21872,18178	36	32	D y MA
3.5	Maquina nº 52	21872,18178	36	250	D y MA
3.6	Maquina nº 50	21872,18178	36	20	D y MA
3.7	Maquina nº 53	21872,18178	36	10	D y MA
3.8	Maquina nº 51	21872,18178	36	20	C
3.9	Maquina nº 54	21872,18178	36	10	D y MA
3.10	Toma T4	21872,18178	36	32	C
3.11	Toma T5	21872,18178	36	16	D y MA
3.12	Al. E3	12576,50452	25	10	D y MA
3.13	Al. E4	12576,50452	25	10	C
3.14	Al. T6	12576,50452	25	32	B
3.15	Al. T7	12576,50452	25	16	B
3.16	Al. T8	12576,50452	25	16	B
3.17	Em. T6	12576,50452	25	6	D y MA
3.18	Em. T7	12576,50452	25	6	D y MA

Cuadro Of. 1

Circuito	Receptor	Icc máx (A)	PdC (kA)	Calibre (A)	Curva
Cabecera	Cuadro Of.1	2630,242336	4,5	16	D y MA
Of. 1.1	Toma O1	1512,03046	4,5	20	C
Of. 1.2	Toma O2	1512,03046	4,5	10	C
Of. 1.3	Al. O1	1512,03046	4,5	16	B
Of. 1.4	Al. O2	1512,03046	4,5	16	B
Of. 1.5	Al. O3	1512,03046	4,5	6	C
Of. 1.6	Em. O1	1512,03046	4,5	6	D y MA
Of. 1.7	Em. O2	1512,03046	4,5	6	D y MA

Cuadro Of. 2

Circuito	Receptor	Icc máx (A)	PdC (kA)	Calibre (A)	Curva
Cabecera	Cuadro Of. 2	3264,141789	4,5	25	D y MA
Of. 2.1	Toma O3	1876,195742	4,5	32	C



Of. 2.2	Toma O4	1876,195742	4,5	20	C
Of. 2.3	Al. O4	1876,195742	4,5	6	C
Of. 2.4	Al. O5	1876,195742	4,5	6	D y MA
Of. 2.5	Al. O6	1876,195742	4,5	6	D y MA
Of. 2.6	Al. O7	1876,195742	4,5	6	C
Of. 2.7	Al. O8	1876,195742	4,5	10	B
Of. 2.8	Em. O3	1876,195742	4,5	6	D y MA

○ **Cuadro 7**

Circuito	Receptor	Icc máx (A)	PdC (kA)	Calibre (A)	Curva
Cabecera	Cuadro 7	7569,635317	10	80	D y MA
7.1	Maquina nº 87	7542,215717	10	10	D y MA
7.2	Maquina nº 86	7542,215717	10	10	D y MA
7.3	Maquina nº 85	7542,215717	10	16	D y MA
7.4	Maquina nº 89	7542,215717	10	32	D y MA
7.5	Maquina nº 88	7542,215717	10	32	C
7.6	Maquina nº 90	7542,215717	10	10	D y MA
7.7	Maquina nº 84	7542,215717	10	16	D y MA
7.8	Toma T11	7542,215717	10	32	C
7.9	Al. E5	4336,774037	4,5	10	C
7.10	Al. E6	4336,774037	4,5	10	D y MA
7.11	Em. T15	4336,774037	4,5	6	D y MA

○ **Cuadro 8**

Circuito	Receptor	Icc máx (A)	PdC (kA)	Calibre (A)	Curva
Cabecera	Cuadro 8	43098,66916	36	630	D y MA
Cuadro Of. 5	Cuadro Of. 5	34917,38917	36	40	D y MA
Cuadro Of. 6	Cuadro Of. 6	34917,38917	36	50	C
8.1	Maquina nº 64	34917,38917	36	10	D y MA
8.2	Maquina nº 63	34917,38917	36	10	D y MA
8.3	Maquina nº 65	34917,38917	36	10	D y MA
8.4	Maquina nº 61	34917,38917	36	160	D y MA
8.5	Maquina nº 62	34917,38917	36	160	D y MA
8.6	Maquina nº 70	34917,38917	36	80	D y MA
8.7	Maquina nº 69	34917,38917	36	80	D y MA
8.8	Maquina nº 71	34917,38917	36	80	C
8.9	Maquina nº 66	34917,38917	36	50	D y MA
8.10	Toma T12	34917,38917	36	16	C



8.11	Toma T13	34917,38917	36	32	D y MA
8.12	Em. T16	20077,49877	25	6	D y MA

**Cuadro Of. 5**

Circuito	Receptor	Icc máx (A)	PdC (kA)	Calibre (A)	Curva
Cabecera	Cuadro Of. 5	2977,239399	4,5	40	D y MA
Of. 5.1	Maquina nº 106	1711,392223	4,5	32	D y MA
Of. 5.2	Puerta Entrada	2976,334301	4,5	10	D y MA
Of. 5.3	Maquina nº 105	2976,334301	4,5	10	D y MA
Of. 5.4	Toma O12	1711,392223	4,5	16	B
Of. 5.5	Toma O13	1711,392223	4,5	16	B
Of. 5.6	Toma O14	1711,392223	4,5	16	B
Of. 5.7	Al. O15	1711,392223	4,5	16	B
Of. 5.8	Al. O16	1711,392223	4,5	20	B
Of. 5.9	Al. O17	1711,392223	4,5	32	B
Of. 5.10	Em. O8	1711,392223	4,5	6	C
Of. 5.11	Em. O9	1711,392223	4,5	6	D y MA

**Cuadro Of. 6**

Circuito	Receptor	Icc máx (A)	PdC (kA)	Calibre (A)	Curva
Cabecera	Cuadro Of. 6	2724,985174	4,5	50	C
Of. 6.1	Toma O15	1566,467407	4,5	32	C
Of. 6.2	Toma O16	1566,467407	4,5	32	C
Of. 6.3	Toma O17	1566,467407	4,5	32	C
Of. 6.4	Al. E9	1566,467407	4,5	16	C
Of. 6.5	Al. E10	1566,467407	4,5	6	D y MA
Of. 6.6	Al. O18	1566,467407	4,5	32	B
Of. 6.7	Al. O19	1566,467407	4,5	32	B
Of. 6.8	Al. O20	1566,467407	4,5	16	B
Of. 6.9	Em. O10	1566,467407	4,5	6	D y MA
Of. 6.10	Em. O11	1566,467407	4,5	6	D y MA

- C.G.P. 2**

Circuito	Receptor	Icc máx (A)	PdC (kA)	Calibre (A)	Curva
ICP2	C.G.P.2	44337,83339	50	1000	D y MA
C.G.P. 2.1	Cuadro 4	43098,66916	50	200	D y MA



C.G.P. 2.2	Cuadro 5	43098,66916	50	250	D y MA
C.G.P. 2.3	Cuadro 6	43098,66916	50	320	D y MA
C.G.P. 2.4	Cuadro 9	43098,66916	50	400	D y MA
C.G.P. 2.5	Muelle salida	43098,66916	50	10	D y MA
C.G.P. 2.6	Toma T1	43098,66916	50	16	D y MA
C.G.P. 2.7	Al. T1	24781,73477	25	6	C
C.G.P. 2.8	Em. T1	24781,73477	25	6	D y MA
C.G.P. 2.9	Em. T2	24781,73477	25	6	D y MA
C.G.P. 2.10	Bateria Cond.	44287,69	50	630	D y MA

○ **Cuadro 4**

Circuito	Receptor	Icc máx (A)	PdC (kA)	Calibre (A)	Curva
Cabecera	Cuadro 4	34940,80032	36	200	D y MA
4.1	Maquina nº 91	32509,02362	36	16	D y MA
4.2	Maquina nº 92	32509,02362	36	16	D y MA
4.3	Maquina nº 93	32509,02362	36	40	D y MA
4.4	Maquina nº 94	32509,02362	36	80	D y MA
4.5	Maquina nº 12	32509,02362	36	50	D y MA
4.6	Maquina nº 15	32509,02362	36	10	D y MA
4.7	Maquina nº 16	32509,02362	36	40	D y MA
4.8	Maquina nº 17	32509,02362	36	40	D y MA
4.9	Maquina nº 18	32509,02362	36	40	D y MA
4.10	Toma T6	32509,02362	36	16	D y MA
4.11	Al. T9	18692,68858	25	16	B
4.12	Al. T10	18692,68858	25	16	B
4.13	Al. T11	18692,68858	25	6	D y MA
4.14	Em. T9	18692,68858	25	6	D y MA
4.15	Em. T17	18692,68858	25	6	D y MA

○ **Cuadro 5**

Circuito	Receptor	Icc máx (A)	PdC (kA)	Calibre (A)	Curva
Cabecera	Cuadro 5	28792,24007	36	250	D y MA
5.1	Maquina nº 22	27385,36443	36	10	D y MA
5.2	Maquina nº 23	27385,36443	36	10	D y MA
5.3	Maquina nº 82	27385,36443	36	80	D y MA
5.4	Maquina nº 81	27385,36443	36	40	D y MA
5.5	Maquina nº 24	27385,36443	36	10	D y MA
5.6	Puerta Sector	27385,36443	36	10	D y MA



5.7	Maquina nº 34	27385,36443	36	10	D y MA
5.8	Maquina nº 35	27385,36443	36	10	D y MA
5.9	Maquina nº 37	27385,36443	36	16	C
5.10	Maquina nº 79	27385,36443	36	32	D y MA
5.11	Maquina nº 76	27385,36443	36	40	D y MA
5.12	Maquina nº 75	27385,36443	36	50	D y MA
5.13	Toma T7	27385,36443	36	32	C
5.14	Toma T8	27385,36443	36	40	D y MA
5.15	Al. T12	15746,58455	25	16	B
5.16	Al. T13	15746,58455	25	20	B
5.17	Al. T14	15746,58455	25	32	B
5.18	Em. T10	15746,58455	25	6	D y MA
5.19	Em. T11	15746,58455	25	6	D y MA

○ **Cuadro 6**

Circuito	Receptor	Icc máx (A)	PdC (kA)	Calibre (A)	Curva
Cabecera	Cuadro 6	43098,66916	36	320	D y MA
Cuadro Of. 3	Cuadro Of. 3	25810,04828	36	80	D y MA
Cuadro Of. 4	Cuadro Of. 4	25810,04828	36	32	C
6.1	Maquina nº 39	25810,04828	36	10	D y MA
6.2	Maquina nº 42	25810,04828	36	10	D y MA
6.3	Maquina nº 43	25810,04828	36	10	D y MA
6.4	Maquina nº 44	25810,04828	36	16	D y MA
6.5	Maquina nº 55	25810,04828	36	10	D y MA
6.6	Maquina nº 56	25810,04828	36	10	D y MA
6.7	Maquina nº 57	25810,04828	36	10	D y MA
6.8	Puerta Sector	25810,04828	36	10	C
6.9	Maquina nº 74	25810,04828	36	50	D y MA
6.10	Maquina nº 73	25810,04828	36	50	D y MA
6.11	Maquina nº 72	25810,04828	36	80	D y MA
6.12	Maquina nº 58	25810,04828	36	10	D y MA
6.13	Maquina nº 59	25810,04828	36	10	D y MA
6.14	Maquina nº 60	25810,04828	36	10	D y MA
6.15	Toma T9	25810,04828	36	32	D y MA
6.16	Toma T10	25810,04828	36	63	D y MA
6.17	Em. T8	14840,77776	25	6	D y MA
6.18	Em. T12	14840,77776	25	6	D y MA

**Cuadro Of. 3**



Circuito	Receptor	Icc máx (A)	PdC (kA)	Calibre (A)	Curva
Cabecera	Cuadro Of. 3	5988,830952	6	80	D y MA
Of. 3.1	Maquina nº 95	3439,347747	4,5	16	D y MA
Of. 3.2	Maquina nº 96	5981,474342	6	10	D y MA
Of. 3.3	Maquina nº 98	5981,474342	6	10	D y MA
Of. 3.4	Ascensor	5981,474342	6	10	D y MA
Of. 3.5	Maquina nº 97	3439,347747	4,5	6	D y MA
Of. 3.6	Maquina nº 99	5981,474342	6	10	D y MA
Of. 3.7	Maquina nº 101	3439,347747	4,5	32	C
Of. 3.8	Maquina nº 102	5981,474342	6	10	D y MA
Of. 3.9	Maquina nº 104	3439,347747	4,5	16	B
Of. 3.10	Maquina nº 103	3439,347747	4,5	16	B
Of. 3.11	Maquina nº 100	5981,474342	6	10	C
Of. 3.12	Toma O5	3439,347747	4,5	20	C
Of. 3.13	Toma O6	3439,347747	4,5	16	C
Of. 3.14	Toma O7	3439,347747	4,5	16	B
Of. 3.15	Al. O9	3439,347747	4,5	20	B
Of. 3.16	Al. O10	3439,347747	4,5	32	B
Of. 3.17	Al. T15	3439,347747	4,5	16	B
Of. 3.18	Al. T16	3439,347747	4,5	16	B
Of. 3.19	Em. O4	3439,347747	4,5	6	D y MA
Of. 3.20	Em. O5	3439,347747	4,5	6	D y MA

Cuadro Of. 4

Circuito	Receptor	Icc máx (A)	PdC (kA)	Calibre (A)	Curva
Cabecera	Cuadro Of. 4	2039,090987	4,5	32	C
Of. 4.1	Toma O8	1172,310079	4,5	16	C
Of. 4.2	Toma O9	1172,310079	4,5	32	C
Of. 4.3	Toma O10	1172,310079	4,5	16	C
Of. 4.4	Toma O11	1172,310079	4,5	20	C
Of. 4.5	Al. O11	1172,310079	4,5	6	C
Of. 4.6	Al. O12	1172,310079	4,5	16	B
Of. 4.7	Al. O13	1172,310079	4,5	16	B
Of. 4.8	Al. O14	1172,310079	4,5	10	C
Of. 4.9	Em. O6	1172,310079	4,5	6	D y MA
Of. 4.10	Em. O7	1172,310079	4,5	6	D y MA

○ Cuadro 9





Circuito	Receptor	Icc máx (A)	PdC (kA)	Calibre (A)	Curva
Cabecera	Cuadro 9	29930,50627	36	400	D y MA
9.1	Maquina nº 68	29092,31111	36	80	D y MA
9.2	Maquina nº 67	29092,31111	36	250	D y MA
9.3	Maquina nº 83	29092,31111	36	10	D y MA
9.4	Maquina nº 80	29092,31111	36	40	D y MA
9.5	Maquina nº 77	29092,31111	36	63	D y MA
9.6	Maquina nº 78	29092,31111	36	32	C
9.7	Toma T14	29092,31111	36	32	C
9.8	Em. T13	16728,07889	25	6	D y MA
9.9	Em. T14	16728,07889	25	6	D y MA
9.10	Al. E7	16728,07889	25	10	D y MA
9.11	Al. E8	16728,07889	25	10	D y MA
9.12	Al. T17	16728,07889	25	32	B
9.13	Al. T18	16728,07889	25	16	B
9.14	Al. T19	16728,07889	25	16	B

### 3.6 Cálculo de condensadores para la corrección del factor de potencia

#### 3.6.1 Batería de condensadores para la instalación

Se calcula la potencia aparente de cada circuito y la total para hallar el  $\cos \phi$  medio:

- Cuadro 1

Circuito	Receptor	Potencia (W)	Cos $\phi$	Potencia (VA)
1.1	Muelle Entrada	2000	0,8	2500,00
1.2	Maquina nº 1	3680	0,8	4600,00
1.3	Maquina nº 2	3680	0,8	4600,00
1.4	Maquina nº 3	22000	0,8	27500,00
1.5	Maquina nº 4	33000	0,8	41250,00
1.6	Maquina nº 5	33000	0,8	41250,00
1.7	Maquina nº 9	3000	0,8	3750,00
1.8	Maquina nº 10	2200	0,8	2750,00
1.9	Maquina nº 6	7500	0,8	9375,00
1.10	Maquina nº 13	7500	0,8	9375,00
1.11	Maquina nº 7	15000	0,8	18750,00
1.12	Maquina nº 14	15000	0,8	18750,00
1.13	Maquina nº 19	1900	0,8	2375,00
1.14	Maquina nº 8	5600	0,8	7000,00



1.15	Maquina nº 20	1900	0,8	2375,00
1.16	Maquina nº 21	37000	0,8	46250,00
1.17	Maquina nº 11	1470	0,8	1837,50
1.18	Maquina nº 25	1470	0,8	1837,50
1.19	Toma T2	17475	0,85	20558,82
1.20	Al. E1	1600	0,9	1777,78
1.21	Al. E2	1600	0,9	1777,78
1.22	Em. T3	12	1	12,00
1.23	Em. T4	130	1	130,00
<b>TOTAL</b>		<b>217717</b>	<b>0,81</b>	<b>270381,38</b>

• Cuadro 2

Circuito	Receptor	Potencia (W)	Cos $\phi$	Potencia (VA)
2.1	Maquina nº 26	1470	0,8	1837,50
2.2	Maquina nº 27	5500	0,8	6875,00
2.3	Maquina nº 32	18390	0,8	22987,50
2.4	Maquina nº 33	7500	0,8	9375,00
2.5	Maquina nº 36	10100	0,8	12625,00
2.6	Maquina nº 38	3000	0,8	3750,00
2.7	Maquina nº 28	5500	0,8	6875,00
2.8	Maquina nº 40	1100	0,8	1375,00
2.9	Maquina nº 29	1100	0,8	1375,00
2.10	Maquina nº 41	750	0,8	937,50
2.11	Maquina nº 30	3200	0,8	4000,00
2.12	Maquina nº 45	6600	0,8	8250,00
2.13	Maquina nº 31	2200	0,8	2750,00
2.14	Toma T3	9600	0,85	11294,12
2.15	Al. T2	1600	0,9	1777,78
2.16	Al. T3	2000	0,9	2222,22
2.17	Al. T4	3200	0,9	3555,56
2.18	Al. T5	864	0,9	960,00
2.19	Em. T5	8	1	8,00
<b>TOTAL</b>		<b>83682</b>	<b>0,81</b>	<b>102830,17</b>

• Cuadro 3

Circuito	Receptor	Potencia (W)	Cos $\phi$	Potencia (VA)
	Cuadro Of. 1	8897,50	0,83	10720,65
	Cuadro Of. 2	12763,50	0,82	15495,38
3.1	Maquina nº 46	4560,00	0,85	5364,71



3.2	Maquina nº 47	4560,00	0,85	5364,71
3.3	Maquina nº 48	4560,00	0,85	5364,71
3.4	Maquina nº 49	11630,00	0,85	13682,35
3.5	Maquina nº 52	95000,00	0,85	111764,71
3.6	Maquina nº 50	8370,00	0,85	9847,06
3.7	Maquina nº 53	4560,00	0,85	5364,71
3.8	Maquina nº 51	8370,00	0,85	9847,06
3.9	Maquina nº 54	4560,00	0,85	5364,71
3.10	Toma T4	17475,00	0,80	21843,75
3.11	Toma T5	8737,50	0,80	10921,88
3.12	Al. E3	800,00	0,90	888,89
3.13	Al. E4	800,00	0,90	888,89
3.14	Al. T6	2800,00	0,90	3111,11
3.15	Al. T7	1600,00	0,90	1777,78
3.16	Al. T8	1600,00	0,90	1777,78
3.17	Em. T6	130,00	1,00	130,00
3.18	Em. T7	130,00	1,00	130,00
<b>TOTAL</b>		<b>201903,50</b>	<b>0,84</b>	<b>239650,80</b>

• Cuadro 4

Circuito	Receptor	Potencia (W)	Cos $\phi$	Potencia (VA)
4.1	Maquina nº 91	5500	0,8	6875,00
4.2	Maquina nº 92	5500	0,8	6875,00
4.3	Maquina nº 93	15000	0,8	18750,00
4.4	Maquina nº 94	30000	0,8	37500,00
4.5	Maquina nº 12	22000	0,8	27500,00
4.6	Maquina nº 15	1250	0,8	1562,50
4.7	Maquina nº 16	15000	0,8	18750,00
4.8	Maquina nº 17	15000	0,8	18750,00
4.9	Maquina nº 18	15000	0,8	18750,00
4.10	Toma T6	10462,5	0,8	13078,13
4.11	Al. T9	1200	0,9	1333,33
4.12	Al. T10	1200	0,9	1333,33
4.13	Al. T11	232	0,9	257,78
4.14	Em. T9	142	1	142,00
4.15	Em. T17	6	1	6,00
<b>TOTAL</b>		<b>137492,5</b>	<b>0,80</b>	<b>171463,07</b>

• Cuadro 5



Circuito	Receptor	Potencia (W)	Cos $\phi$	Potencia (VA)
5.1	Maquina nº 22	2940	0,8	3675,00
5.2	Maquina nº 23	2200	0,8	2750,00
5.3	Maquina nº 82	33000	0,8	41250,00
5.4	Maquina nº 81	17500	0,8	21875,00
5.5	Maquina nº 24	2200	0,8	2750,00
5.6	Puerta Sector	2200	0,8	2750,00
5.7	Maquina nº 34	1800	0,8	2250,00
5.8	Maquina nº 35	3000	0,8	3750,00
5.9	Maquina nº 37	5500	0,8	6875,00
5.10	Maquina nº 79	10000	0,8	12500,00
5.11	Maquina nº 76	16000	0,8	20000,00
5.12	Maquina nº 75	20000	0,8	25000,00
5.13	Toma T7	17475	0,8	21843,75
5.14	Toma T8	26212,5	0,8	32765,63
5.15	Al. T12	1200	0,9	1333,33
5.16	Al. T13	2000	0,9	2222,22
5.17	Al. T14	2400	0,9	2666,67
5.18	Em. T10	130	1	130,00
5.19	Em. T11	130	1	130,00
<b>TOTAL</b>		<b>165887,5</b>	<b>0,80</b>	<b>206516,60</b>

• Cuadro 6

Circuito	Receptor	Potencia (W)	Cos $\phi$	Potencia (VA)
6.1	Cuadro Of. 3	43963,50	0,82	53833,71
6.2	Cuadro Of. 4	20379,50	0,82	24911,93
6.3	Maquina nº 39	1110,00	0,80	1387,50
6.4	Maquina nº 42	1400,00	0,80	1750,00
6.5	Maquina nº 43	1400,00	0,80	1750,00
6.6	Maquina nº 44	6600,00	0,80	8250,00
6.7	Maquina nº 55	4100,00	0,85	4823,53
6.8	Maquina nº 56	4100,00	0,85	4823,53
6.9	Maquina nº 57	4100,00	0,85	4823,53
6.10	Puerta Sector	2200,00	0,80	2750,00
6.11	Maquina nº 74	20000,00	0,80	25000,00
6.12	Maquina nº 73	20000,00	0,80	25000,00
6.13	Maquina nº 72	30000,00	0,80	37500,00
6.14	Maquina nº 58	4000,00	0,80	5000,00
6.15	Maquina nº 59	3200,00	0,80	4000,00
6.16	Maquina nº 60	3200,00	0,80	4000,00



6.17	Toma T9	17475,00	0,80	21843,75
6.18	Toma T10	34950,00	0,80	43687,50
6.19	Em. T8	130,00	1,00	130,00
6.20	Em. T12	130,00	1,00	130,00
<b>TOTAL</b>		<b>222438</b>	<b>0,81</b>	<b>275394,98</b>

- Cuadro 7**

Circuito	Receptor	Potencia (W)	Cos $\phi$	Potencia (VA)
7.1	Maquina nº 87	2000	0,8	2500,00
7.2	Maquina nº 86	2000	0,8	2500,00
7.3	Maquina nº 85	5000	0,8	6250,00
7.4	Maquina nº 89	10000	0,8	12500,00
7.5	Maquina nº 88	13000	0,8	16250,00
7.6	Maquina nº 90	400	0,8	500,00
7.7	Maquina nº 84	5000	0,8	6250,00
7.8	Toma T11	17475	0,8	21843,75
7.9	Al. E5	800	0,9	888,89
7.10	Al. E6	800	0,9	888,89
7.11	Em. T15	130	1	130,00
<b>TOTAL</b>		<b>56605</b>	<b>0,80</b>	<b>70501,53</b>

- Cuadro 8**

Circuito	Receptor	Potencia (W)	Cos $\phi$	Potencia (VA)
8.1	Cuadro Of. 5	19935,00	0,83	24000,53
8.2	Cuadro Of. 6	23853,00	0,83	28650,25
8.3	Maquina nº 64	4000,00	0,80	5000,00
8.4	Maquina nº 63	4000,00	0,80	5000,00
8.5	Maquina nº 65	1120,00	0,80	1400,00
8.6	Maquina nº 61	57000,00	0,80	71250,00
8.7	Maquina nº 62	57000,00	0,80	71250,00
8.8	Maquina nº 70	30000,00	0,80	37500,00
8.9	Maquina nº 69	30000,00	0,80	37500,00
8.10	Maquina nº 71	30000,00	0,80	37500,00
8.11	Maquina nº 66	18000,00	0,80	22500,00
8.12	Toma T12	8737,50	0,80	10921,88
8.13	Toma T13	17475,00	0,80	21843,75
8.14	Em. T16	6,00	1,00	6,00
<b>TOTAL</b>		<b>301126,50</b>	<b>0,80</b>	<b>374322,40</b>



- Cuadro 9

Circuito	Receptor	Potencia (W)	Cos $\phi$	Potencia (VA)
9.1	Maquina nº 68	30000	0,8	37500,00
9.2	Maquina nº 67	100000	0,8	125000,00
9.3	Maquina nº 83	2000	0,8	2500,00
9.4	Maquina nº 80	17000	0,8	21250,00
9.5	Maquina nº 77	25000	0,8	31250,00
9.6	Maquina nº 78	10000	0,8	12500,00
9.7	Toma T14	17475	0,8	21843,75
9.8	Em. T13	136	1	136,00
9.9	Em. T14	130	1	130,00
9.10	Al. E7	800	0,9	888,89
9.11	Al. E8	800	0,9	888,89
9.12	Al. T17	3200	0,9	3555,56
9.13	Al. T18	1600	0,9	1777,78
9.14	Al. T19	1600	0,9	1777,78
<b>TOTAL</b>		<b>209741</b>	<b>0,80</b>	<b>260998,64</b>

- Cuadro Of. 1

Circuito	Receptor	Potencia (W)	Cos $\phi$	Potencia (VA)
Of. 1.1	Toma TO1	4312,5	0,8	5390,63
Of. 1.2	Toma TO2	1725	0,8	2156,25
Of. 1.3	Al. O1	1296	0,9	1440,00
Of. 1.4	Al. O2	1296	0,9	1440,00
Of. 1.5	Al. O3	232	0,9	257,78
Of. 1.6	Em. O1	24	1	24,00
Of. 1.7	Em. O2	12	1	12,00
<b>TOTAL</b>		<b>8897,5</b>	<b>0,83</b>	<b>10720,65</b>

- Cuadro Of. 2

Circuito	Receptor	Potencia (W)	Cos $\phi$	Potencia (VA)
Of. 2.1	Toma TO3	5175	0,8	6468,75
Of. 2.2	Toma TO4	4312,5	0,8	5390,63
Of. 2.3	Al. O4	648	0,9	720,00
Of. 2.4	Al. O5	648	0,9	720,00
Of. 2.5	Al. O6	648	0,9	720,00
Of. 2.6	Al. O7	432	0,9	480,00



Of. 2.7	Al. O8	864	0,9	960,00
Of. 2.8	Em. O3	36	1	36,00
<b>TOTAL</b>		<b>12763,5</b>	<b>0,82</b>	<b>15495,38</b>

- **Cuadro Of. 3**

Circuito	Receptor	Potencia (W)	Cos $\phi$	Potencia (VA)
Of. 3.2	Maquina nº 95	1500	0,8	1875,00
Of. 3.3	Maquina nº 96	2500	0,8	3125,00
Of. 3.4	Maquina nº 98	3000	0,8	3750,00
Of. 3.5	Ascensor	4000	0,8	5000,00
Of. 3.6	Maquina nº 97	500	0,8	625,00
Of. 3.7	Maquina nº 99	3000	0,8	3750,00
Of. 3.8	Maquina nº 101	3000	0,8	3750,00
Of. 3.9	Maquina nº 102	2000	0,8	2500,00
Of. 3.10	Maquina nº 104	1500	0,8	1875,00
Of. 3.11	Maquina nº 103	2000	0,8	2500,00
Of. 3.12	Maquina nº 100	3500	0,8	4375,00
Of. 3.13	Toma O5	4312,5	0,8	5390,63
Of. 3.14	Toma O6	2587,5	0,8	3234,38
Of. 3.15	Toma O7	2587,5	0,8	3234,38
Of. 3.16	Al. O9	2224	0,9	2471,11
Of. 3.17	Al. O10	2436	0,9	2706,67
Of. 3.18	Al. T15	1600	0,9	1777,78
Of. 3.19	Al. T16	1600	0,9	1777,78
Of. 3.20	Em. O4	42	1	42,00
Of. 3.21	Em. O5	74	1	74,00
<b>TOTAL</b>		<b>43963,5</b>	<b>0,82</b>	<b>53833,71</b>

- **Cuadro Of. 4**

Circuito	Receptor	Potencia (W)	Cos $\phi$	Potencia (VA)
Of. 4.1	Toma TO8	3450	0,8	4312,50
Of. 4.2	Toma TO9	5175	0,8	6468,75
Of. 4.3	Toma TO10	3450	0,8	4312,50
Of. 4.4	Toma TO11	4312,5	0,8	5390,63
Of. 4.5	Al. O11	464	0,9	515,56
Of. 4.6	Al. O12	1296	0,9	1440,00
Of. 4.7	Al. O13	1296	0,9	1440,00
Of. 4.8	Al. O14	864	0,9	960,00
Of. 4.9	Em. O6	36	1	36,00



Of. 4.10	Em. O7	36	1	36,00
<b>TOTAL</b>		<b>20379,5</b>	<b>0,82</b>	<b>24911,93</b>

- **Cuadro Of. 5**

Circuito	Receptor	Potencia (W)	Cos $\phi$	Potencia (VA)
Of. 5.1	Maquina nº 106	3000	0,8	3750,00
Of. 5.2	Puerta Entrada	250	0,8	312,50
Of. 5.3	Maquina nº 105	1500	0,8	1875,00
Of. 5.4	Toma O12	2587,5	0,8	3234,38
Of. 5.5	Toma O13	2587,5	0,8	3234,38
Of. 5.6	Toma O14	3450	0,8	4312,50
Of. 5.7	Al. O15	1296	0,9	1440,00
Of. 5.8	Al. O16	2160	0,9	2400,00
Of. 5.9	Al. O17	3040	0,9	3377,78
Of. 5.10	Em. O8	56	1	56,00
Of. 5.11	Em. O9	8	1	8,00
<b>TOTAL</b>		<b>19935</b>	<b>0,83</b>	<b>24000,53</b>

- **Cuadro Of. 6**

Circuito	Receptor	Potencia (W)	Cos $\phi$	Potencia (VA)
Of. 6.1	Toma TO15	5175	0,8	6468,75
Of. 6.2	Toma TO16	5175	0,8	6468,75
Of. 6.3	Toma TO17	5175	0,8	6468,75
Of. 6.4	Al. E9	1200	0,9	1333,33
Of. 6.5	Al. E10	400	0,9	444,44
Of. 6.6	Al. O18	2376	0,9	2640,00
Of. 6.7	Al. O19	2540	0,9	2822,22
Of. 6.8	Al. O20	1728	0,9	1920,00
Of. 6.9	Em. O10	24	1	24,00
Of. 6.10	Em. O11	60	1	60,00
<b>TOTAL</b>		<b>23853</b>	<b>0,83</b>	<b>28650,25</b>

- **C.G.P. 1**

Circuito	Receptor	Potencia (W)	Cos $\phi$	Potencia (VA)
C.G.P 1.1	Cuadro 1	217717,00	0,81	270381,38
C.G.P 1.2	Cuadro 2	83682,00	0,81	102830,17
C.G.P 1.3	Cuadro 3	201903,50	0,84	239650,80





C.G.P 1.4	Cuadro 7	56605,00	0,80	70501,53
C.G.P 1.5	Cuadro 8	301126,50	0,80	374322,40
<b>TOTAL</b>		<b>861034,00</b>	<b>0,81</b>	<b>1057686,29</b>

• **C.G.P. 2**

Circuito	Receptor	Potencia (W)	Cos $\phi$	Potencia (VA)
C.G.P 2.1	Cuadro 4	137492,50	0,80	171463,07
C.G.P 2.2	Cuadro 5	165887,50	0,80	206516,60
C.G.P 2.3	Cuadro 6	222438,00	0,81	275394,98
C.G.P 2.4	Cuadro 9	209741,00	0,80	260998,64
C.G.P 2.5	Muelle salida	2000,00	0,80	2500,00
C.G.P 2.6	Toma T1	8737,50	0,80	10921,88
C.G.P 2.7	Al. T1	464,00	0,90	515,56
C.G.P 2.8	Em.T1	14,00	1,00	14,00
C.G.P 2.9	Em. T2	16,00	1,00	16,00
<b>TOTAL</b>		<b>746790,50</b>	<b>0,80</b>	<b>928340,71</b>

A continuación calculamos las baterías de condensadores que tenemos que instalar:

– Batería de condensadores 1

$$\sum P = 861034 \text{ W}$$

$$\sum S = 1057686,29 \text{ VA}$$

$$\cos \phi \text{ medio} = \frac{\sum P}{\sum S} = \frac{861034}{1057686,25} = 0,8116 \Rightarrow \phi = 35,75^\circ$$

Por lo tanto la potencia reactiva consumida será:

$$Q = P * \operatorname{tg} \phi = 619863,65 \text{ VAr.}$$

Se quiere conseguir un  $\cos \phi$  cercano a 1, con  $\cos \phi' = 0,97$ :

$$Q' = P * \operatorname{tg} \phi' = 215795,46 \text{ VAr.}$$

Por lo que la potencia a compensar será:

$$Q_{\text{compensar}} = Q - Q' = 404068,19 \text{ VAr}$$



Esta potencia será la que tenga que suministrar la batería de condensadores, puesto que se ha elegido compensación automática. Se elegirá una batería de condensadores que pueda llegar a suministrar una energía reactiva mayor de 404068,19 VAr.

El equipo seleccionado para la corrección automática del factor de potencia es una batería de condensadores de 450 kVAr M45040 de Legrand 400V, que se colocará en el lado del Cuadro General de BT.

– Batería de condensadores 2

$$\sum P = 746790,5 \text{ W}$$

$$\sum S = 928340,71 \text{ VA}$$

$$\cos \varphi \text{ medio} = \frac{\sum P}{\sum S} = \frac{746790,5}{928340,71} = 0,8071 \Rightarrow \varphi = 36,19^\circ$$

Por lo tanto la potencia reactiva consumida será:

$$Q = P \cdot \tan \varphi = 546339,82 \text{ VAr.}$$

Se quiere conseguir un  $\cos \varphi$  cercano a 1, con  $\cos \varphi' = 0,97$ :

$$Q' = P \cdot \tan \varphi' = 187163,34 \text{ VAr.}$$

Por lo que la potencia a compensar será:

$$Q_{\text{compensar}} = Q - Q' = 359176,48 \text{ VAr}$$

Esta potencia será la que tenga que suministrar la batería de condensadores, puesto que se ha elegido compensación automática. Se elegirá una batería de condensadores que pueda llegar a suministrar una energía reactiva mayor de 359176,48 VAr.

El equipo seleccionado para la corrección automática del factor de potencia es una batería de condensadores de 400 kVAr M40040 de Legrand 400V, que se colocará en el lado del Cuadro General de BT.

### 3.6.2 Cálculo del conductor de unión de la batería

Aplicando la fórmula de la potencia se halla la intensidad:

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I_n \cdot \sin \varphi$$

Siendo:



Sen = 1, el de la batería de condensadores

V = 400 V

Q = potencia de la batería de condensadores (450 ó 400 kVAr).

– Batería de condensadores 1

Q = 450 kVAr

In = 649,52 A

Criterio de caída de tensión

$$S = \frac{2xLxIx\cos\varphi}{CxU} = \frac{2x12x649,52x0,97}{56x400} = 0,68\text{mm}^2$$

Se normaliza la sección y se obtiene una sección de 1,5 mm<sup>2</sup>.

Criterio térmico

I<sub>calc</sub> = 649,52 A → Sección = 240 mm<sup>2</sup>. (Irán dos conductores por cada fase)

La sección de los conductores de unión de la batería de condensadores será de 2 conductores de 240 mm<sup>2</sup> cada uno con aislamiento de 0,6/ 1 kV de XLPE.

– Batería de condensadores 2

Q = 400 kVAr

In = 577,35 A

Criterio de caída de tensión

$$S = \frac{2xLxIx\cos\varphi}{CxU} = \frac{2x12x577,35x0,97}{56x400} = 0,6\text{mm}^2$$

Se normaliza la sección y se obtiene una sección de 1,5 mm<sup>2</sup>.

Criterio térmico

I<sub>calc</sub> = 577,35 A → Sección = 185 mm<sup>2</sup>. (Irán dos conductores por cada fase)

La sección de los conductores de unión de la batería de condensadores será de 2 conductores de 185 mm<sup>2</sup> cada uno con aislamiento de 0,6/ 1 kV de XLPE.

### 3.6.3 Cálculo de la protección de la batería de condensadores



El cálculo del interruptor automático se basa en la intensidad consumida por la batería de condensadores.

– Batería de condensadores 1

$$I_n = 649,52 \text{ A}$$

La intensidad de cortocircuito será la de la entrada al C.G.P.1

$$I_{cc} = 44287,69 \text{ A}$$

Se elige un interruptor magnetotérmico con poder de corte 50 kA y calibre 800 A.

– Batería de condensadores 2

$$I_n = 577,35 \text{ A}$$

La intensidad de cortocircuito será la de la entrada al C.G.P.2

$$I_{cc} = 44287,69 \text{ A}$$

Se elige un interruptor magnetotérmico con poder de corte 50 kA y calibre 630 A.

### 3.7 Instalación de puesta a tierra

#### 3.7.1 Resistencia del electrodo

Según se explica en la memoria, la diferencia de tensión entre masa y tierra no debe ser nunca superior a 24 voltios en lugares húmedos o de 50 voltios en lugares secos.

De los dos valores se cogerá el de 50 Voltios, ya que se trata de una nave con ambiente seco y será por esto por lo que se toman las siguientes medidas para dicho fin:

Datos de partida:

- Resistividad del terreno:

Según la tabla de la ITC BT 18, tabla 3,  $\rho = 500 \Omega \times m$  (Terreno cultivable poco fértil).

- Tensión máxima de contacto 50 V.

- Corriente de disparo del interruptor diferencial 300 mA.

- El valor máximo de la resistencia de tierra:



$$R \leq \frac{V_c}{I_s} = 166.67 \Omega.$$

### 3.7.2 Características del electrodo

El electrodo está formado por 4 picas de acero recubiertas de cobre de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud, situadas una en cada esquina de la empresa, y unidas por medio de un conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección. Esta irá unida al mallazo metálico de cimentación a través de un conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección por medio de soldaduras aluminotérmicas, formando así una superficie equipotencial a lo largo de toda la nave.

Se calculará el valor de la resistencia de tierra en el caso del defecto a tierra más desfavorable, es decir, cuando la corriente de defecto sea mayor. Ya que los contactos peligrosos se producen con la maquinaria de la nave, se ha de buscar la máquina con menor resistencia a tierra, que es la máquina con mayor corriente de defecto.

Se calculará a continuación la resistencia de la puesta a tierra. Para ello se utilizarán las siguientes expresiones.

$$R_p = \frac{\rho}{L_1} \quad R_{pt} = n \times R_p$$

$R_p$  = Resistencia de una pica.  
 $R_{pt}$  = Resistencia de las picas usadas.  
 $n$  = Número de picas.  
 $\rho$  = Resistividad del terreno ( $\Omega \times m$ ).  
 $L_1$  = Longitud de pica (m).

$$R_p = \frac{\rho}{L_1} = \frac{500}{2} = 250 \Omega$$

$$R_{pt} = n \times R_p = 4 \times 250 = 1000 \Omega$$

$$R_c = \frac{2\rho}{L_2} = \frac{2 \times 500}{473} = 2,11 \Omega$$

La resistencia total de tierra se calculará mediante el paralelo entre la resistencia de las picas y la del cable:

$$\frac{1}{R_a} = \frac{1}{R_{pt}} + \frac{1}{R_c} = \frac{1}{1000} + \frac{1}{2,11} = 2,1 \Omega$$

$$R_a = 2,1 \Omega$$

Una vez calculada la resistencia de tierra hay que comprobar si se cumple el reglamento:



$$U_c = Ra \times Ia = 2,1 \times 0,03 = 0,063V < 50V \rightarrow \text{Se cumple el reglamento.}$$

### 3.8 Calculo del centro de transformación

#### 3.8.1 Datos de los transformadores

	Datos del Transformador
Potencia del transformador (KVA)	1000
Pérdidas en el hierro (W)	1400
Pérdidas en el cobre (W)	10500
Pérdidas del transformador (W)	11900
Porcentaje de tensión de cortocircuito (%)	6
Potencia de cortocircuito de la red (MVA)	500
Dieléctrico (Aceite) (L)	530

#### 3.8.2 Intensidad de alta tensión

En un sistema trifásico, la intensidad primaria  $I_p$  viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U_p}$$

Siendo:

S: Potencia transformador (KVA).

$U_p$ : Tensión compuesta primaria (KV).

$I_p$ : Intensidad primaria (A).

$$I_p = \frac{1000}{\sqrt{3} * 20} = 28,87 \text{ A.}$$

#### 3.8.3 Intensidad en baja tensión

En un sistema trifásico la intensidad secundaria  $I_s$  viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - P_{fe} - P_{cu}}{\sqrt{3} * U_s}$$

Siendo:



S: Potencia transformador (KVA).

Pfe : Pérdidas en el hierro del transformador (kW).

Pcu: Pérdidas en el cobre (kW).

Us: Tensión compuesta en carga del secundario (KV).

Despreciando las pérdidas en el hierro y en los arrollamientos, se tiene:

$$I_s = \frac{1000 - 1,4 - 10,5}{\sqrt{3} * 0,4} = 1426,2 \text{ A.}$$

### 3.8.4 Cortocircuitos

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 400 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía suministradora (Iberdrola).

#### 3.8.4.1 Corriente de cortocircuito del lado de alta tensión

La corriente de cortocircuito en el primario se puede calcular utilizando la siguiente expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U_p}$$

Siendo:

Iccp: Intensidad de cortocircuito de la red.

Scc: Potencia de cortocircuito de la red.

Up: Tensión primaria.

$$I_{ccp} = \frac{400000000}{\sqrt{3} * 20000} = 11547,01 \text{ A.}$$

#### 3.8.4.2 Corriente de cortocircuito del lado de baja tensión

La corriente de cortocircuito en el primario se puede calcular utilizando la siguiente expresión:

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Siendo:



I<sub>ccs</sub>: Intensidad de cortocircuito del secundario.

S: Potencia del transformador.

U<sub>cc</sub>: Tensión de cortocircuito en carga.

U<sub>s</sub>: Tensión secundaria en carga.

$$I_{ccs} = \frac{1000000}{\sqrt{3} * \frac{6}{100} * 400} = 24056,26 \text{ A.}$$

### 3.8.5 Dimensionamiento del embarrado

#### 3.8.5.1 Celdas

La gama SM6 está compuesta por unidades modulares bajo envolventes metálicas del tipo compartimentadas equipadas con aparatos de corte y seccionamiento.

Las unidades SM6 son usadas para cumplir con las funciones y requerimientos propios de la media tensión en las estaciones distribuidoras de grandes consumidores, hasta 36 kV.

Las unidades SM6 están concebidas para instalaciones de interior y sus dimensiones reducidas son:

Características SM6 24	Datos (m)	Características del embarrado	Datos
Altura	1,6	Intensidad asignada (A)	400
Anchura	0,375- 0,750	Límite térmico 1s (KA)	20
Profundidad	0,94	Límite electrodinámico (KA)	31,25

Por lo tanto dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente, así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

#### 3.8.5.2 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por SchneSM6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada 400 A.

#### 3.8.5.3 Comprobación por sollicitación electrodinámica





Según la MIE-RAT 05, la resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$\sigma_{m\acute{a}x} \geq \frac{(I_{ccp}^2 \times L^2)}{60 \times d \times W}$$

$S_{max}$  = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores.  
Para cobre semiduro 2800Kg/cm<sup>2</sup>

$I_{ccp}$  = Intensidad de cortocircuito de la red (KA).

$L$  = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.

$d$  = Separación entre fases, en cm.

$W$  = Módulo resistente de los conductores en cm<sup>3</sup>.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por SchneSM6 conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

### 3.8.5.4 Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{th} = a \times S \times \sqrt{\frac{DT}{t}}$$

$I_{th}$  = Intensidad eficaz (A)

$a$  = 13 para el cobre.

$S$  = Sección del embarrado (mm<sup>2</sup>)

$DT$  = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para el cobre

$t$  = Tiempo de duración del cortocircuito (s).

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por SchneSM6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$$I_{th} = 20 \text{ kA durante 1s.}$$

### 3.8.6 Protecciones de Alta y Baja Tensión.

#### 3.8.6.1 Alta tensión

La protección se realiza utilizando una celda de ruptofusibles cuya señal alimentará a un disparador de un seccionador de puesta a tierra, que efectuará la protección a sobrecargas, cortocircuitos.



### 3.8.6.2 Baja tensión

En el circuito de baja tensión del transformador según RU6302 se instalará una caja de protección. Se instalarán fusibles, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión, calculada en el apartado 2843.

### 3.8.7 Dimensión de la ventilación del Centro de Transformación

La ventilación del Centro de Transformación se llevará a cabo por medio de ventilación natural en las paredes del mismo, y para evitar la entrada de elementos al interior se instalarán unas rejillas. Primero se calcula el caudal de aire necesario:

$$Q = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{1,16 \times \Delta T}$$

$W_{cu}$  = Pérdidas en cortocircuito del transformador

$W_{fe}$  = Pérdidas en vacío del transformador.

$\Delta t$  = Diferencia de temperatura entre la masa de aire que entra y la que sale (15°C).

Se calcula ahora la superficie de la rejilla. Para ello se debe calcular la velocidad del aire:

$$v_s = 4,6 \times \frac{\sqrt{H}}{\Delta T}$$

$H$  = Distancia entre los centros de las rejillas de entrada y salida (1,9 m).

$\Delta t$  = Diferencia de temperatura entre la masa de aire que entra y la que sale (15°C).

$v_s$  = Velocidad del aire (m/s).

$$S_{eficaz\ rejilla} = \frac{Q}{v_s}$$

$S_{eficaz\ rejilla}$  = Superficie mínima de la rejilla de ventilación (m<sup>2</sup>).

$v_s$  = Velocidad del aire (m/s).

$$S_{rejilla} = 1,4 \times S_{eficaz\ rejilla}$$

$S_{rejilla}$  = Superficie de la rejilla

1,4 = Coeficiente de aumento de la rejilla del 40% debido a que es el espacio que ocupan las lamas.



Sustituyendo los distintos valores en la fórmula, se obtiene la superficie de la rejilla:

$$Q = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{1.16 \times \Delta T} = \frac{1,4 + 10,5}{1,16 \times 15} = 0,684 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v_s = 4,6 \times \frac{\sqrt{H}}{\Delta T} = 4,6 \times \frac{\sqrt{1,9}}{15} = 0,423 \text{ m/s}$$

$$S_{eficaz\text{ rejilla}} = \frac{Q}{v_s} = \frac{0,684}{0,423} = 1,617 \text{ m}^2$$

$$S_{rejilla} = 1,4 \times S_{eficaz\text{ rejilla}} = 1,4 \times 1,617 = 2,264 \text{ m}^2$$

### 3.8.8 Dimensión del pozo apagafuegos

El pozo de recogida de aceite será capaz de alojar la totalidad del volumen que contiene el transformador. El fabricante ya ha dimensionado dicho pozo para que pueda almacenar los 530 litros de dieléctrico que tiene según los datos dados por el mismo fabricante.

En la parte superior del depósito colector del dieléctrico se instalará un dispositivo apaga llamas que consiste en unas rejillas metálicas que producen la autoextinción del aceite.

### 3.8.9 Cálculo de la puesta a tierra

#### 3.8.9.1 Terreno

El terreno en el que se prevé construir la nave se trata de un terreno cultivable poco fértil por lo que su resistividad media es de  $500 \Omega \times \text{m}$ . Como el Centro de Transformación se encuentra en la nave la resistividad será la misma.

#### 3.8.9.2 Corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo de eliminación de defecto para esas corrientes

En instalaciones de Alta Tensión de tensión igual o inferior a 30 KV (de tercera categoría) los aspectos a tener en cuenta para los cálculos de falta a tierra son:

- Tipo de neutro  
Los cálculos variarán si el neutro de la red está aislado, directamente unido a tierra o unido a través de una impedancia.
- Tipo de protecciones de la línea en la subestación más cercana  
Si se produce un fallo en la red, éste se elimina con la apertura de un elemento de corte que se dispara por la indicación de un medidor de corriente.



Además se pueden producir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a medio segundo.

El tiempo máximo de eliminación del defecto es de 1 segundo, y los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro son de 38,49  $\Omega$ .

Con estos datos y la normativa MIE-RAT 13 se obtienen los datos de “K y n” para así poder calcular la intensidad máxima de puesta a tierra.

$$K = 78,5 \text{ y } n = 0,18$$

Así pues, la intensidad máxima de defecto se puede calcular introduciendo los datos en la siguiente fórmula:

$$Id_{m\acute{a}x} = \frac{U_{p \text{ m}\acute{a}x}}{\sqrt{3} \times Z_n}$$

$Id_{m\acute{a}x}$  = Intensidad de defecto máxima (A).

$U_{p \text{ m}\acute{a}x}$  = Tensión del primario máxima (V).

$Z_n$  = Valor de la impedancia de puesta a tierra del neutro ( $\Omega$ ).

$$Id_{m\acute{a}x} = \frac{U_{p \text{ m}\acute{a}x}}{\sqrt{3} \times Z_n} = \frac{20000}{\sqrt{3} \times 38,49} = 300 \text{ A}$$

### 3.8.9.3 Diseño de la instalación de tierra

Para los cálculos a realizar se emplearán las expresiones y procedimientos del “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría”, editado por UNESA, conforme a las características del Centro de Transformación objeto de cálculo.

#### 3.8.9.3.1 Tierra de protección

A este sistema se conectarán las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas, carcasas de los transformadores, edificio prefabricado, puertas de acceso, rejillas de ventilación,...

- Código 60-60/5/46 del método de cálculo de tierras de UNESA. Este código indica:
  - Con los 2 primeros números (60), el largo de la tierra de protección en dm.



- Con los 2 siguientes números (60), el ancho de la tierra de protección en dm.
- Con el número entre barras (5), la profundidad a la que se instalarán las picas de la tierra de protección en dm.
- Con el penúltimo número (4), se indica el número de picas que se pondrán.
- Con el último número (6), se indica la longitud de las picas en metros.

- Parámetros característicos:

$$Kr = 0,053 \left( \frac{\Omega}{\Omega \times m} \right)$$

$$Kp = 0,0108 \left( \frac{V}{\Omega \times A} \right)$$

- Descripción:

Estará constituida por 4 picas en disposición rectangular unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 6 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m y la separación entre cada pica y la siguiente será de 6 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 24 m.

Se puede utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros Kp y Kr de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados anteriormente.

La conexión desde el Centro de Transformación hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1KV protegido contra daños mecánicos.

### 3.8.9.3.2 Tierra de servicio

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación.

- Código 5/44 del método de cálculo de tierras de UNESA.
  - Con el primer número (5), se indica la profundidad a la que se instalarán las picas de la tierra de servicio en dm.
  - Con el penúltimo número (4), se indica el número de picas que se pondrán.
  - Con el último número (4), se indica la longitud de las picas en metros.



- Parámetros característicos:

$$Kr = 0,0572 \left( \frac{\Omega}{\Omega \times m} \right)$$

$$Kp = 0,00919 \left( \frac{V}{\Omega \times A} \right)$$

- Descripción

Estará constituida por 4 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 4 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m y la separación entre cada pica y la siguiente será de 6m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 18m, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Se puede utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros Kp y Kr de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados anteriormente.

La conexión desde el Centro de Transformación hasta la primera pica se realizará con cable de cobre de 50 mm<sup>2</sup> aislado de 0,6/1KV bajo tubo de plástico con grado de protección contra daños mecánicos de 7 como mínimo.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37Ω. Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 300 mA no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 V (=37 x 300).

Existirá una separación mínima entre picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión.

### 3.8.9.4 Cálculo de la resistencia de la instalación de tierra

#### 3.8.9.4.1 Tierra de protección

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (R<sub>t</sub>), intensidad y tensión de defecto correspondientes (I<sub>d</sub>, U<sub>d</sub>), se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$R_t = Kr \times \rho$$

$$I_d = \frac{U_{p \text{ máx}}}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$



$$U_d = I_d \times R_t$$

$R_t$  = Resistencia de puesta a tierra ( $\Omega$ )

$$K_r = 0,053 \left( \frac{\Omega}{\Omega \times m} \right)$$

$$\rho = 500 (\Omega \times m)$$

$I_d$  = Intensidad de defecto (A)

$U_{p \text{ máx}}$  = Tensión del primario máxima (V).

$R_n$  y  $X_n$  = Dan valor a la impedancia de puesta a tierra del neutro:

$$Z_n = \sqrt{R_n^2 + X_n^2} = \sqrt{38,49^2 + 0^2} = 38,49 \Omega$$

$U_d$  = Tensión de defecto (V)

Cálculo:

$$R_t = K_r \times \rho = 0,053 \times 500 = 26,5 \Omega$$

$$I_d = \frac{U_{p \text{ máx}}}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} = \frac{20000}{\sqrt{3} \times \sqrt{(38,49 + 26,5)^2 + 0^2}} = 177,67 \text{ A}$$

$$U_d = I_d \times R_t = 177,67 \times 26,5 = 4708,26 \text{ V}$$

El aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión del Centro de Transformación deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada ( $U_d$ ), por lo que deberá ser como mínimo 10000V.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del Centro.

Se comprueba además que la intensidad de defecto calculada es superior a 100A, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

Resumiendo:

- Configuración: 60-60/5/46
- Geometría: Anillo
- Dimensiones: 6x6 metros
- Profundidad del electrodo: 0,5 metros
- Número de picas: 4
- Resistencia  $K_r = 0,053 \left( \frac{\Omega}{\Omega \times m} \right)$
- Tensión de paso  $K_p = 0,0108 \left( \frac{V}{\Omega \times A} \right)$
- Tensión de contacto  $K_c = 0,0205 \left( \frac{V}{\Omega \times m \times A} \right)$

### 3.8.9.4.2 Tierra de servicio



Con el valor correspondiente al electrodo elegido y multiplicando por la resistividad del terreno, se obtiene el valor de la resistencia de tierra de servicio.

$$R_t = Kr \times \rho$$

Cálculo:

$$R_t = Kr \times \rho = 0,0572 \times 500 = 28,6\Omega < 37\Omega$$

Resumiendo:

- Configuración: 5/44
- Geometría: picas en hilera
- Profundidad del electrodo: 0,5 metros.
- Número de picas: 4
- Longitud de las picas: 4 metros
- Distancia entre picas: 6 metros
- Resistencia  $Kr=0,0572 \left( \frac{\Omega}{\Omega \times m} \right)$
- Tensión de paso  $Kp=0,00919 \left( \frac{V}{\Omega \times A} \right)$

### 3.8.9.5 Cálculo de las tensiones exteriores de la instalación

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Los muros, entre sus parámetros tendrán una resistencia de 100000 $\Omega$ .

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U_{p\ ext} = Kp \times \rho \times Id = 0,0108 \times 500 \times 177,67 = 959,42\ V$$

### 3.8.9.6 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación

En el suelo del Centro de Transformación se instalará un mallazo electro-soldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro de Transformación. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.





Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

No obstante, la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior:

$$U_{p \text{ acceso}} = Kc \times Id \times \rho = 0,0205 \times 177,67 \times 500 = 1821,12 \text{ V}$$

### 3.8.9.7 Cálculo de las tensiones máximas aplicadas

La tensión máxima de contacto aplicada que puede aceptarse según el reglamento MIE-RAT 13 es:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

$U_{ca}$  = Tensión máxima de contacto aplicada (V).

$K = 78,5$

$t = 1\text{s}$ . Duración de la falta en segundos

$n = 0,18$

Cálculo:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n} = \frac{78,5}{1^{0,18}} = 78,5 \text{ V}$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro de Transformación, se emplearán las siguientes expresiones:

$$U_{p \text{ exterior}} = 10 \times \frac{K}{t^n} \times \left(1 + \frac{6 \times \rho}{1000}\right)$$

$$U_{p \text{ exterior}} = 10 \times \frac{K}{t^n} \times \left(1 + \frac{3 \times \rho + 3 \times \rho_H}{1000}\right)$$

$U_p$  = Tensión de paso (V).

$K = 78,5$

$n = 0,18$

$t = 1$  Duración de la falta (segundos).

$\rho = 500$  Resistividad del terreno ( $\Omega\text{xm}$ ).

$\rho_H = 3000$  Resistividad del hormigón ( $\Omega\text{xm}$ ).

Calcundo:



$$U_{p\text{ exterior}} = 10 \times \frac{K}{t^n} \times \left(1 + \frac{6 \times \rho}{1000}\right) = 10 \times \frac{78,5}{10,18} \times \left(1 + \frac{6 \times 500}{1000}\right) = 3140 \text{ V}$$

$$U_{p\text{ acceso}} = 10 \times \frac{K}{t^n} \times \left(1 + \frac{3 \times \rho + 3 \times \rho_H}{1000}\right)$$

$$= 10 \times \frac{78,5}{10,18} \times \left(1 + \frac{3 \times 500 + 3 \times 3000}{1000}\right) = 6672,5 \text{ V}$$

Se comprueba que los valores calculados son inferiores a los admisibles por reglamento:

$$U_{p\text{ ext}} = 959,42 \text{ V} < U_{p\text{ exterior}} (MIE - RAT) = 3140 \text{ V}$$

$$U_{p\text{ acceso}} = 1821,12 \text{ V} < U_{p\text{ acceso}} (MIE - RAT) = 6672,5 \text{ V}$$

### 3.8.9.8 Investigación de tensiones transferibles al exterior.

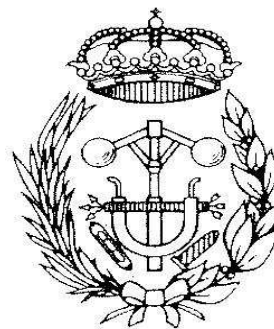
Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas que puedan afectar a las instalaciones de los usuarios, cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima  $D_{\min}$ , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\min} = \frac{\rho \times Id}{2 \times 1000 \times \pi} = \frac{500 \times 177,67}{2000 \times \pi} = 14,14 \text{ m}$$

### 3.8.9.9 Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirán éstas mediante la disposición de una capa aislante en la tierra del centro, con una alfombra aislante en el suelo del Centro o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL  
EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN”

## DOCUMENTO 3: PLANOS

Alumno: Arkaitz Larrañeta Llopis

Tutor: Pedro Gonzaga Vélez

Pamplona, 06 de Noviembre de 2012



## **INDICE**

### **PLANOS**

### **PÁGINA.**

1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	2
2. PLANTA DE LA NAVE	3
3. DISTRIBUCIÓN Y MAQUINARIA EN PLANTA BAJA	4
4. DISTRIBUCIÓN ENTREPLANTA	5
5. CUADROS DE LÍNEAS GENERALES Y DE MAQUINARIA	6
6. ILUMINACIÓN NAVE INDUSTRIAL	7
7. ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA	8
8. SITUACIÓN TOMAS DE CORRIENTE	9
9. SECCIONES	10
10. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y ESQUEMA UNIFILAR	11
11. RED DE TIERRAS DE LA NAVE INDUSTRIAL Y DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	12
12. UNIFILAR CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN 1 Y 2	13
13. UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 1	14
14. UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 2	15
15. UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 3	16
16. UNIFILAR CUADRO AUXILIAR OFICINAS 1	17
17. UNIFILAR CUADRO AUXILIAR OFICINAS 2	18
18. UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 7	19
19. UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 8	20
20. UNIFILAR CUADRO AUXILIAR OFICINAS 5	21
21. UNIFILAR CUADRO AUXILIAR OFICINAS 6	22
22. UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 4	23
23. UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 5	24
24. UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 6	25
25. UNIFILAR CUADRO AUXILIAR OFICINAS 3	26
26. UNIFILAR CUADRO AUXILIAR OFICINAS 4	27
27. UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 9	28
28. ESQUEMA DE MANIOBRA DE AVERÍA DE TRANSFORMADORES	29

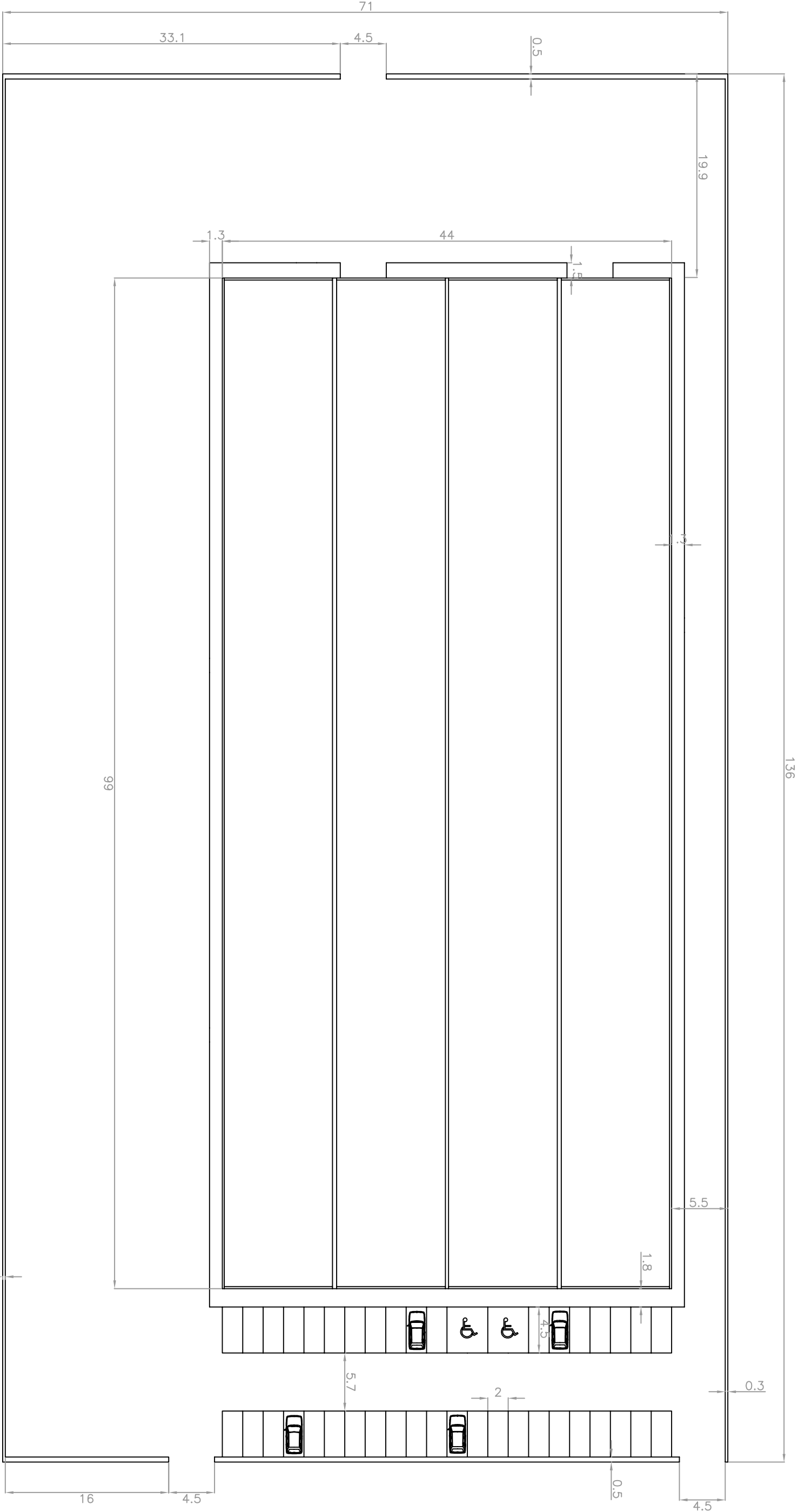




# EMPLAZAMIENTO: POLIGONO INDUSTRIAL AOIZ




## SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

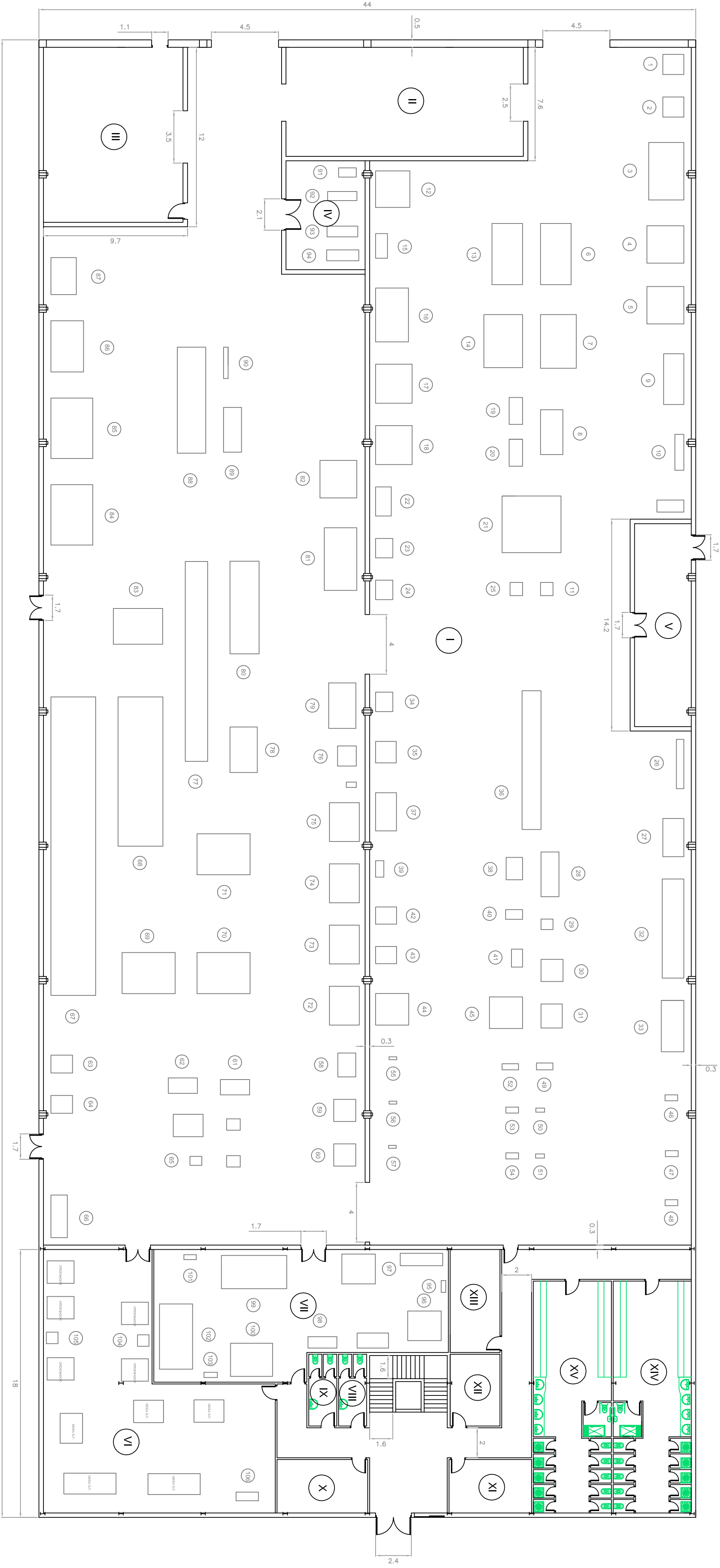


SUPERFICIES:

- NAVE INDUSTRIAL = 4356 m2 (EN PLANTA)
- ZONA PAVIMENTADA = 4774.8 m2
- ACERA = 402.6 m2
- SUPERFICIE PARCELARIA = 9656 m2

<div><div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div><div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div></div>	DEPARTAMENTO:	
	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO:  INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	REALIZADO:  LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ	
PLANO:  PLANTA DE LA NAVE	FIRMA:	
	FECHA: 11/2012	ESCALA: 1:400




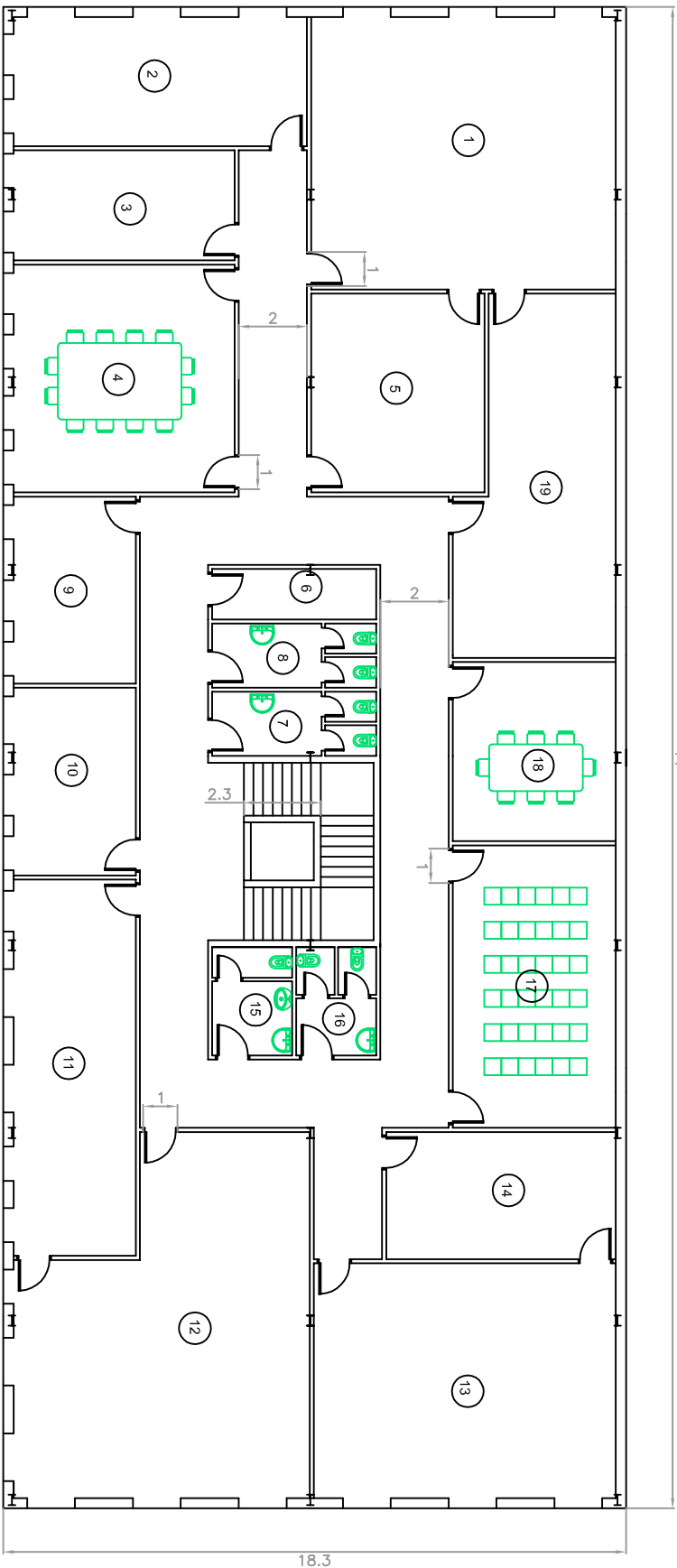


- 1- PRENSA Nº 1, P= 3,68 KW  
2- PRENSA Nº 2, P= 3,68 KW  
3- PRENSA Nº 3, P= 22 KW  
4- PRENSA DE CORTE Nº 1, P= 33,2 KW  
5- PRENSA DE CORTE Nº 2, P= 33,2 KW  
6- PRENSA PLEGADORA Nº 1, P= 7,5 KW  
7- PRENSA PLEGADORA Nº 2, P= 15 KW  
8- PLEGADORA, P= 5,6 KW  
9- CIZALLA MECÁNICA, P= 3 KW  
10- CIZALLA CIRCULAR, P= 2,2 KW  
11- TRONZADORA Nº 1, P= 1,47 KW  
12- PRENSA Nº 4, P= 22 KW  
13- PRENSA PLEGADORA Nº 3, P= 7,5 KW  
14- PRENSA PLEGADORA NUMÉRICA, P= 15 KW  
15- CURVADORA Nº 1, P= 1,25 KW  
16- GUILLOTINA Nº 1, P= 15 KW  
17- GUILLOTINA Nº 2, P= 15 KW  
18- GUILLOTINA Nº 3, P= 15 KW  
19- CURVADORA Nº 2, P= 1,9 KW  
20- CURVADORA Nº 3, P= 1,9 KW  
21- CIZALLA HIDRÁULICA, P= 37 KW  
22- TRONZADORA Nº 2, P= 2,94 KW  
23- TRONZADORA Nº 3, P= 2,2 KW  
24- TRONZADORA Nº 4, P= 2,2 KW  
25- TRONZADORA Nº 5, P= 1,47 KW  
26- SIERRA VERTICAL, P= 1,47 KW  
27- SIERRA CORTE DE PERFILES Nº 1, P= 5,5 KW
- 28- SIERRA DE CINTA Nº 1, P= 5,5 KW  
29- TALADRADORA COLUMNA Nº 1, P= 1,1 KW  
30- FREZADORA Nº 1, P= 3,2 KW  
31- TORNO Nº 1, P= 2,2 KW  
32- TORNO Nº 2, P= 18,39 KW  
33- TORNO Nº 3, P= 7,5 KW  
34- SIERRA SEMI. DE CINTA, P= 1,8 KW  
35- SIERRA SEMI. CIRCULAR, P= 3 KW  
36- SIERRA DE CINTA Nº 2, P= 10,1 KW  
37- SIERRA CORTE DE PERFILES Nº 2, P= 5,5 KW  
38- SIERRA CORTE DE PERFILES Nº 3, P= 3 KW  
39- TALADRADORA CNC, P= 1,11 KW  
40- TALADRADORA COLUMNA Nº 2, P= 1,11 KW  
41- TALADRADORA MULTIPLE, P= 0,75 KW  
42- FREZADORA Nº 2, P= 1,4 KW  
43- FREZADORA Nº 3, P= 1,4 KW  
44- FREZADORA Nº 4, P= 6,6 KW  
45- FREZADORA Nº 5, P= 6,6 KW  
46- SOPORTE MIG Nº 1, P= 4,56 KW  
47- SOPORTE MIG Nº 2, P= 4,56 KW  
48- SOPORTE MIG Nº 3, P= 4,56 KW  
49- GRUPO SOLDADURA, P= 11,63 KW  
50- MAQ. SOLDAR Nº 1, P= 8,37 KW  
51- MAQ. SOLDAR Nº 2, P= 8,37 KW  
52- MAQ. SOLDAR POR PUNTOS, P= 95 KW  
53- SOPORTE MIG Nº 4, P= 4,56 KW  
54- SOPORTE MIG Nº 5, P= 4,56 KW

- 55- SOPORTE TIG Nº 1, P= 4,1 KW  
56- SOPORTE TIG Nº 2, P= 4,1 KW  
57- SOPORTE TIG Nº 3, P= 4,1 KW  
58- RECTIFICADORA, P= 4 KW  
59- FREZADORA Nº 6, P= 3,2 KW  
60- FREZADORA Nº 7, P= 3,2 KW  
61- RIBETEDORA Nº 1, P= 5,7 KW  
62- RIBETEDORA Nº 2, P= 5,7 KW  
63- ENTALLADORA Nº 1, P= 4 KW  
64- ENTALLADORA Nº 2, P= 4 KW  
65- REMACHADORA, P= 1,12 KW  
66- RIBETEDORA Nº 3, P= 18 KW  
67- TUNEL DE PRETRATAMIENTO, P= 100 KW  
68- HORNO DE SECADO, P= 30 KW  
69- CABINA PINTURA Y SECADO Nº 1, P= 30 KW  
70- CABINA PINTURA Y SECADO Nº 2, P= 30 KW  
71- CABINA PINTURA Y SECADO Nº 3, P= 30 KW  
72- CABINA PINTURA Y SECADO Nº 4, P= 20 KW  
73- CABINA PINTURA Y SECADO Nº 5, P= 20 KW  
74- CABINA PINTURA Y SECADO Nº 6, P= 20 KW  
75- CABINA PINTURA Y SECADO Nº 7, P= 20 KW  
76- RECICLADOR DE DISOLVENTES, P= 16 KW  
77- HORNO DE COCCIÓN, P= 25 KW  
78- CABINA DE ENALTADO Nº 1, P= 10 KW  
79- CABINA DE ENALTADO Nº 2, P= 10 KW  
80- TUNEL DE SECADO, P= 17 KW  
81- MAQUINA MODEL, P= 17,5 KW
- 82- PRENSA DE CORTE Nº 3, P= 33,2 KW  
83- MAQ. SERIGRAFIA Nº 1, P= 2 KW  
84- MAQ. SERIGRAFIA Nº 2, P= 5 KW  
85- MAQ. SERIGRAFIA Nº 3, P= 5 KW  
86- MAQ. SERIGRAFIA Nº 4, P= 2 KW  
87- MAQ. SERIGRAFIA Nº 5, P= 2 KW  
88- CAMARA DE SECADO PARA PANELES, P= 13,2 KW  
89- CAMARA SECADO PARA FILM, P= 10 KW  
90- AFLAREGLETA, P= 0,4 KW  
91- COMPRESOR Nº 1, P= 5,5 KW  
92- COMPRESOR Nº 2, P= 5,5 KW  
93- COMPRESOR Nº 3, P= 15 KW  
94- COMPRESOR Nº 4, P= 30 KW  
95- EQUIPO SPLIT Nº 1, P= 1,5 KW  
96- MESA DE CORTE Nº 1, P= 2,5 KW  
97- LAMINADORA Nº 1, P= 0,5 KW  
98- LAMINADORA Nº 2, P= 3 KW  
99- PLOTTER Nº 1, P= 3 KW  
100- PLOTTER Nº 2, P= 3,5 KW  
101- EQUIPO SPLIT Nº 2, P= 3 KW  
102- PLOTTER Nº 3, P= 3 KW  
103- EQUIPO SPLIT Nº 3, P= 2 KW  
104- FOTOCOPIADORA Nº 1, P= 1,5 KW  
105- FOTOCOPIADORA Nº 2, P= 1,5 KW  
106- MESA DE CORTE Nº 2, P= 3 KW

- I.- TALLER  
II.- ALMACÉN  
III.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN  
IV.- SALA DE COMPRESORES  
V.- SALA DE DESCANSO  
VI.- LABORATORIO  
VII.- TALLER DE APLICACIÓN Y ROTULACIÓN  
VIII.- ASEO MASCULINO 1º  
IX.- ASEO FEMENINO 1º  
X.- SALA DE SEGURIDAD  
XI.- SALA DE VISITAS A  
XII.- SALA DE VISITAS B  
XIII.- ENFERMERIA  
XIV.- VESTUARIO MASCULINO  
XV.- VESTUARIO FEMENINO

 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	<b>E.T.S.I.I.T.</b>		DEPARTAMENTO:  <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		
PROYECTO:	REALIZADO:  <b>LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ</b>		
	FIRMA:		
PLANO:	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
	<b>11/2012</b>	<b>1:200</b>	<b>3</b>



- 1.- ADMINISTRACIÓN Y SECRETARÍAS

2.- ARCHIVO

3.- JEFE DE DEPARTAMENTOS

4.- SALA DE JUNTAS

5.- DIRECTOR GENERAL

6.- CUARTO DE LIMPIEZA

7.- ASEO MASCULINO 2º A

8.- ASEO FEMENINO 2º A

9.- JEFE DE CALIDAD

10.- JEFE DE PRODUCCIÓN
- 11.- DEPARTAMENTO GRÁFICO

12.- OFICINA TÉCNICA

13.- ÁREA COMERCIAL

14.- DIRECTOR COMERCIAL

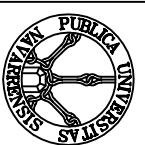
15.- ASEO MASCULINO 2º B

16.- ASEO FEMENINO 2º B

17.- SALA DE FORMACIÓN

18.- SALA DE REUNIONES

19.- DIRECCIÓN



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.  
INGENIERO  
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:  
DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:  
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA  
NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSION  
Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

REALIZADO:  
LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ

FIRMA:

PLANO:

DISTRIBUCIÓN ENTREPLANTA

FECHA:

11/2012

ESCALA:

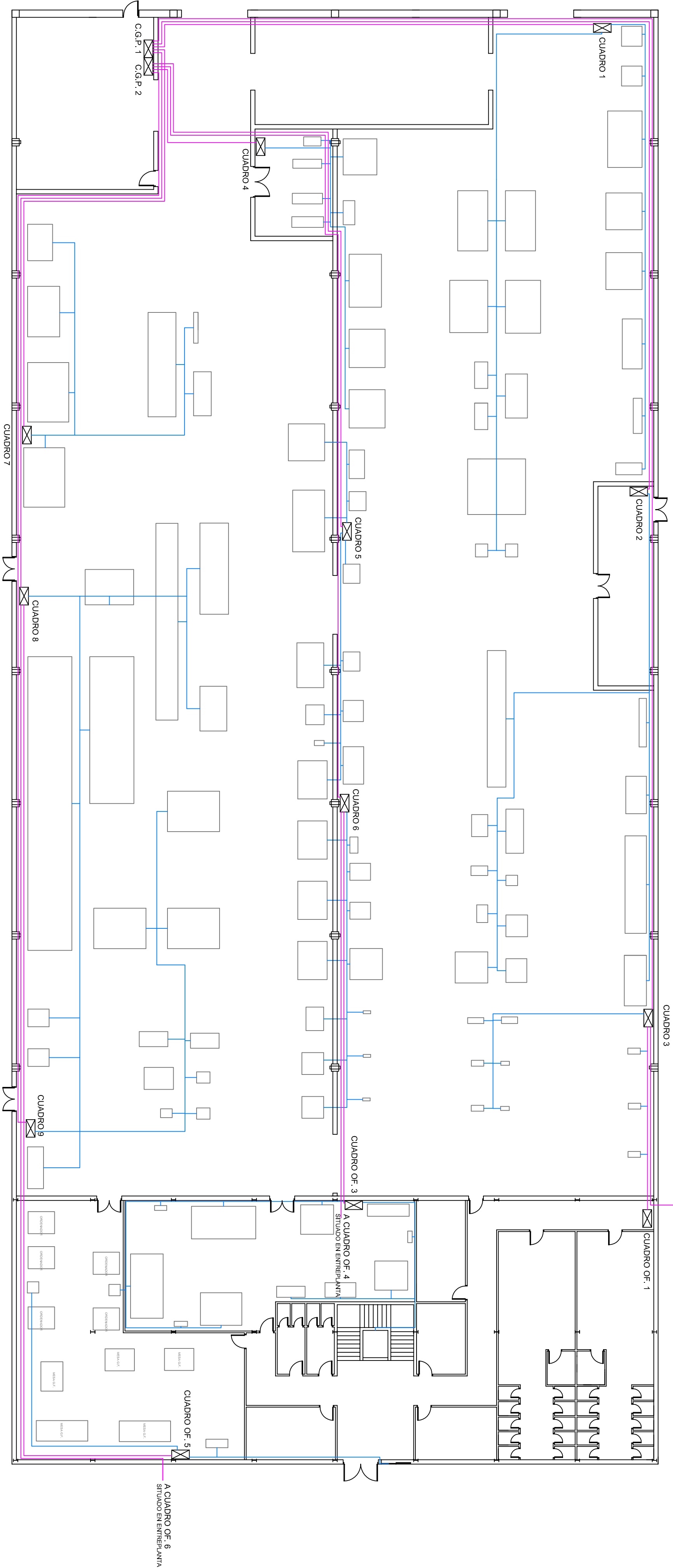
1:200

Nº PLANO:

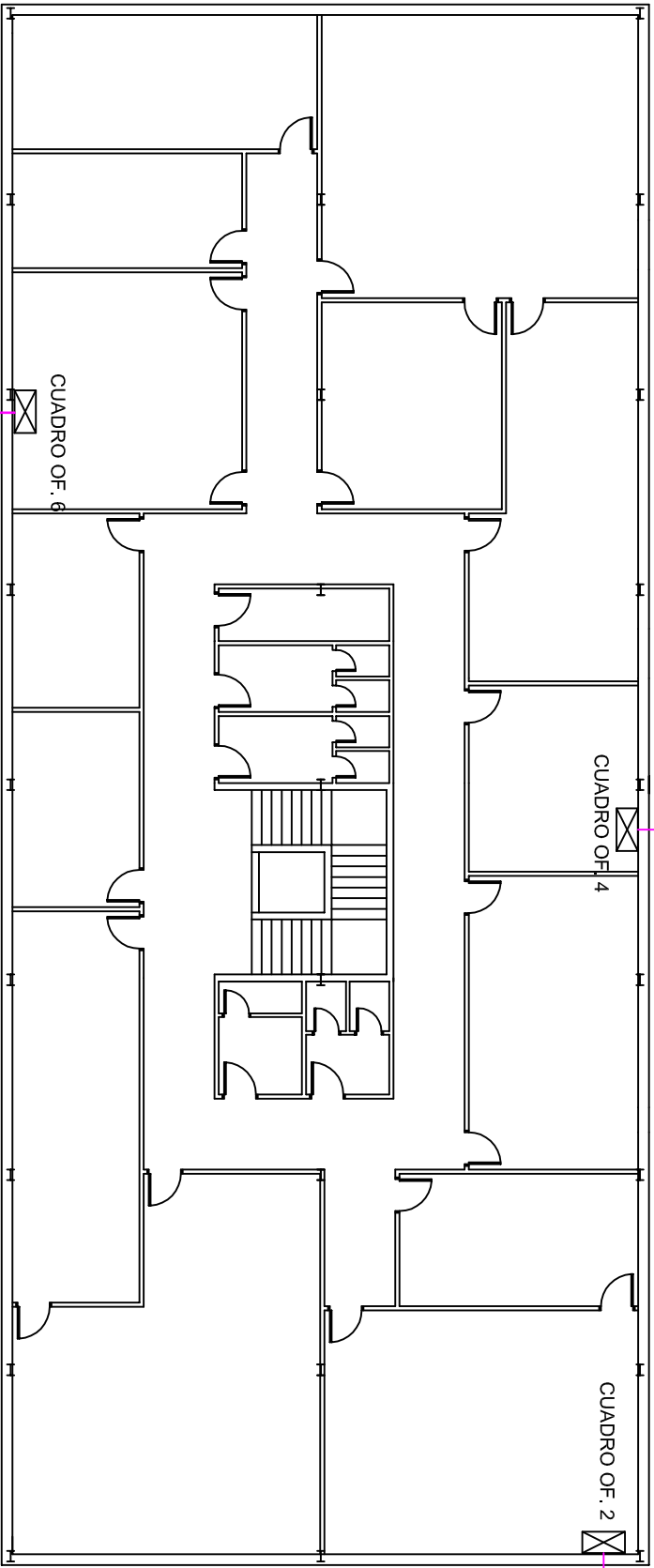
4



PLANTA BAJA



ENTREPLANTA



LEYENDA

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN


MAQUINARIA

LÍNEA DE ALIMENTACIÓN A CUADROS

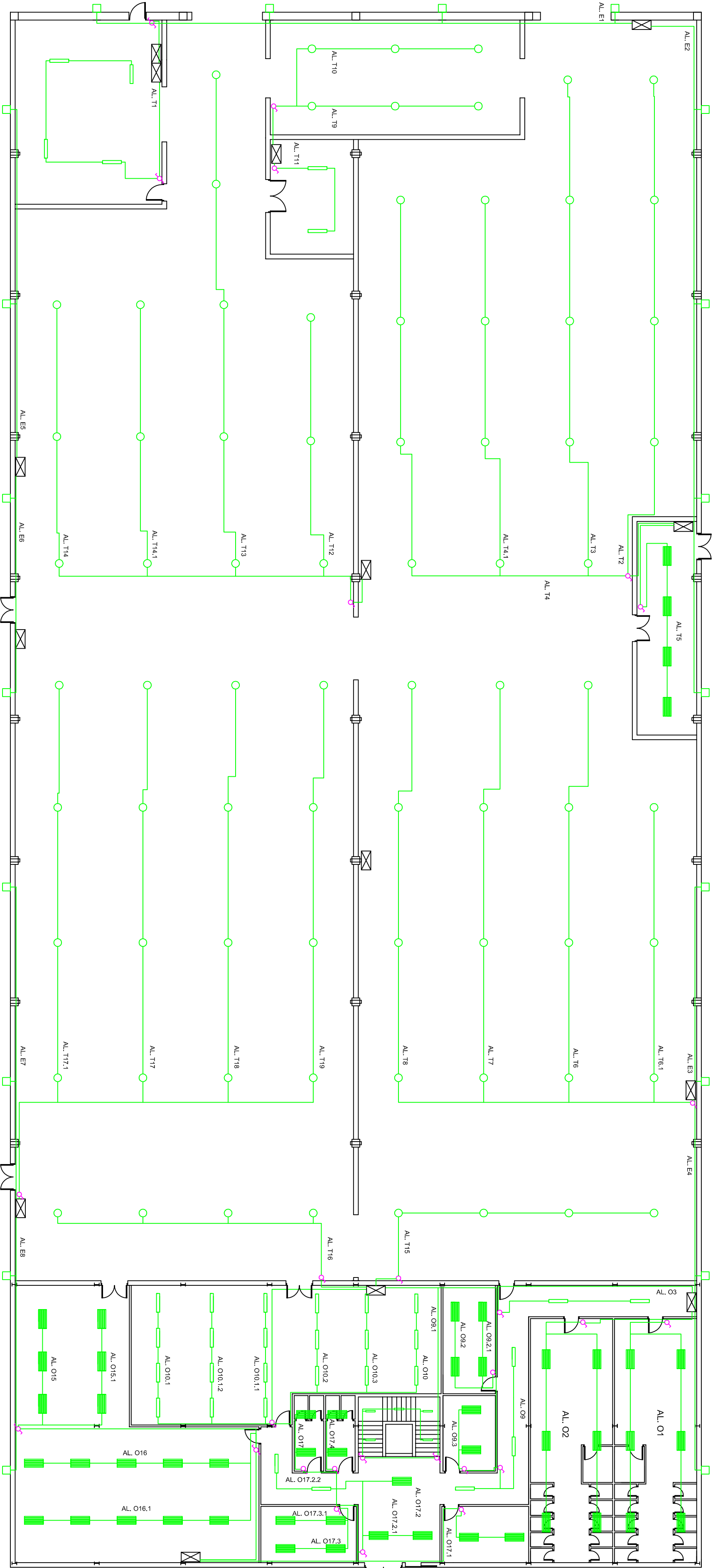
LÍNEA DE ALIMENTACIÓN A MAQUINARIA

NOTAS

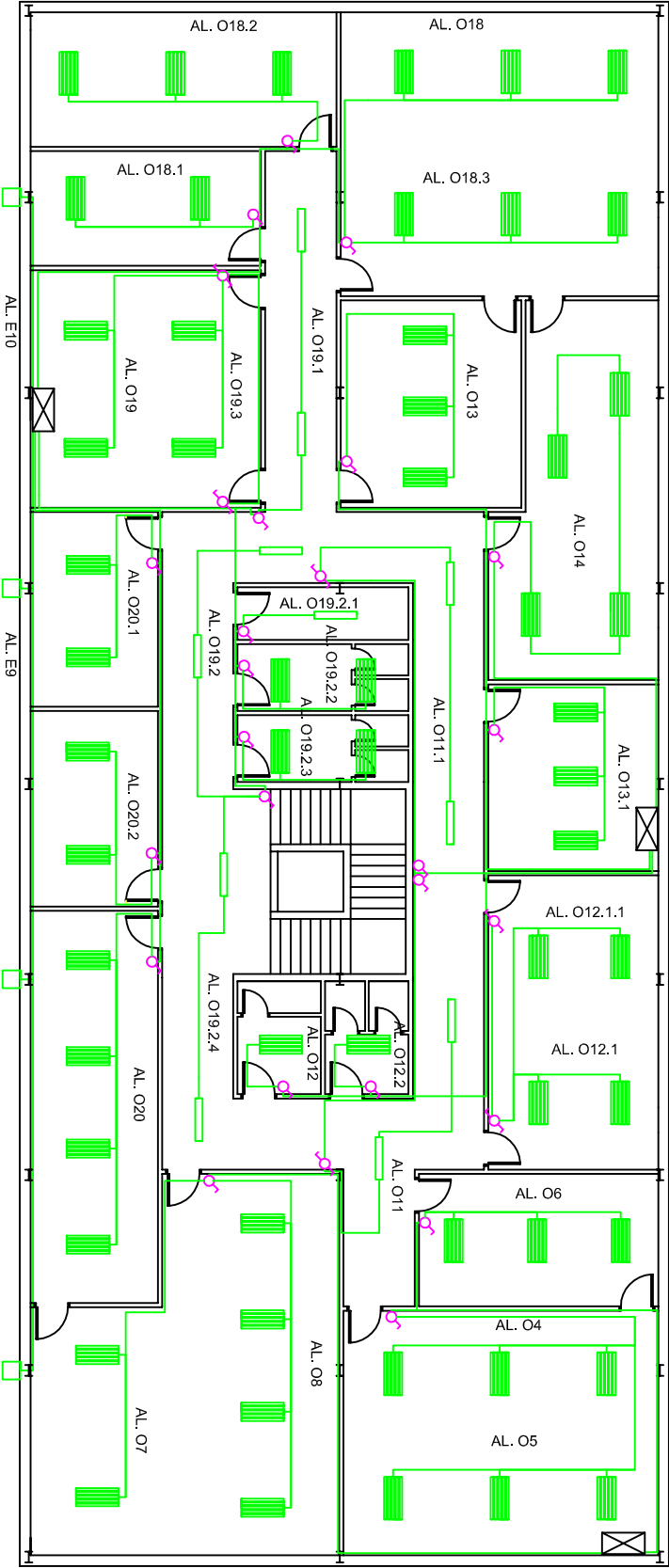
- LOS CUADROS DE DISTRIBUCIÓN SE COLOCAN A 1,5 METROS SOBRE EL SUELO

	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO:  <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
PROYECTO:	REALIZADO:  LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ		
	FIRMA:		
PLANO:	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
	11/2012	1:200	5
CUADROS DE LÍNEAS GENERALES Y DE MAQUINARIA			

PLANTA BAJA



ENTREPLANTA



LEYENDA

INTERRUPTOR SIMPLE COLOCADO A 1,5 m DEL SUELO

INTERRUPTOR CONMUTADO COLOCADO A 1,5 m DEL SUELO


MODULO FLUORESCENTE 2x68 W ADOSADO AL TECHO

LUMINARIA TIPO INDUSTRIAL CON CARCASA DE ALUMINIO SUSPENDIDAS CLASE 1.

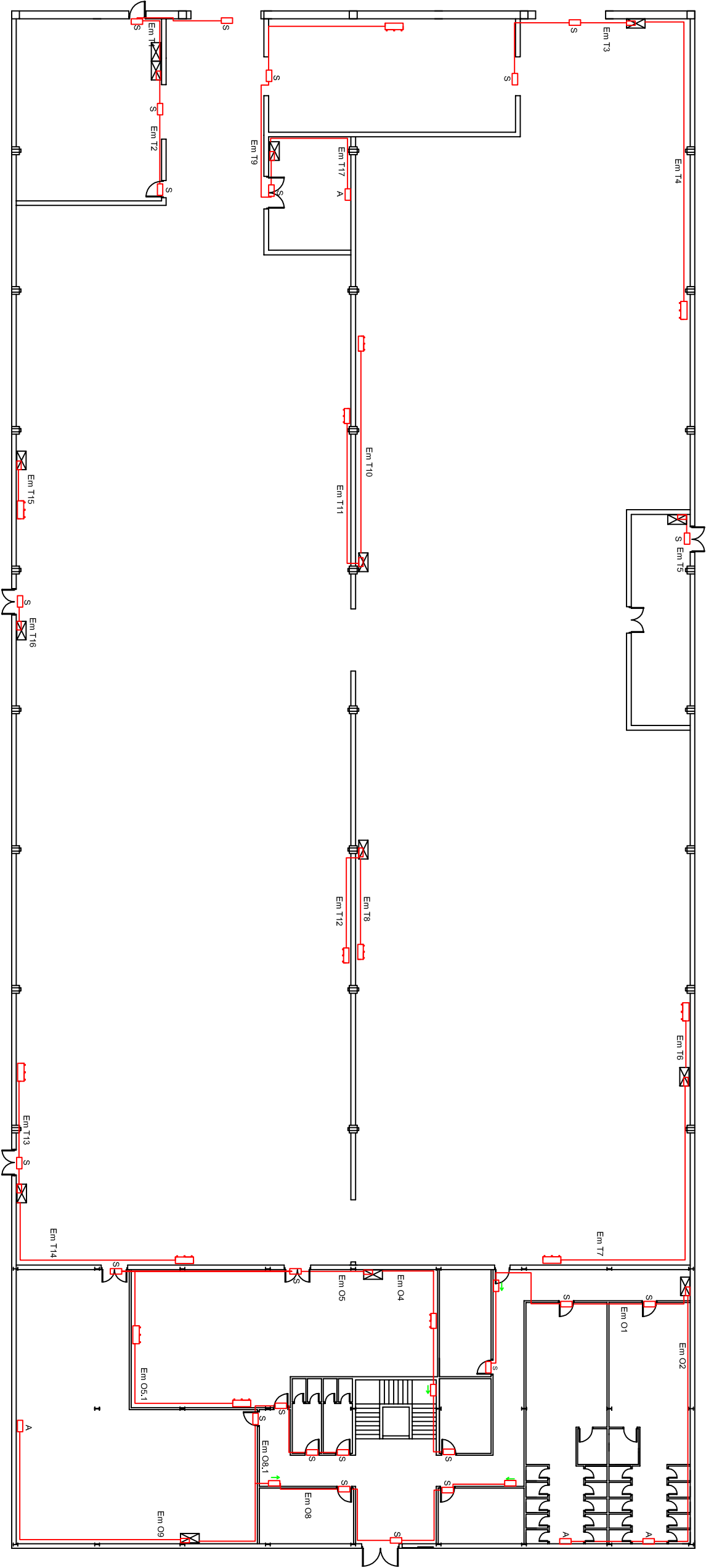
CUADRO ELÉCTRICO

MODULO FLUORESCENTE 4x64 W EMPOTRADO EN PLACAS EN FALSO TECHO

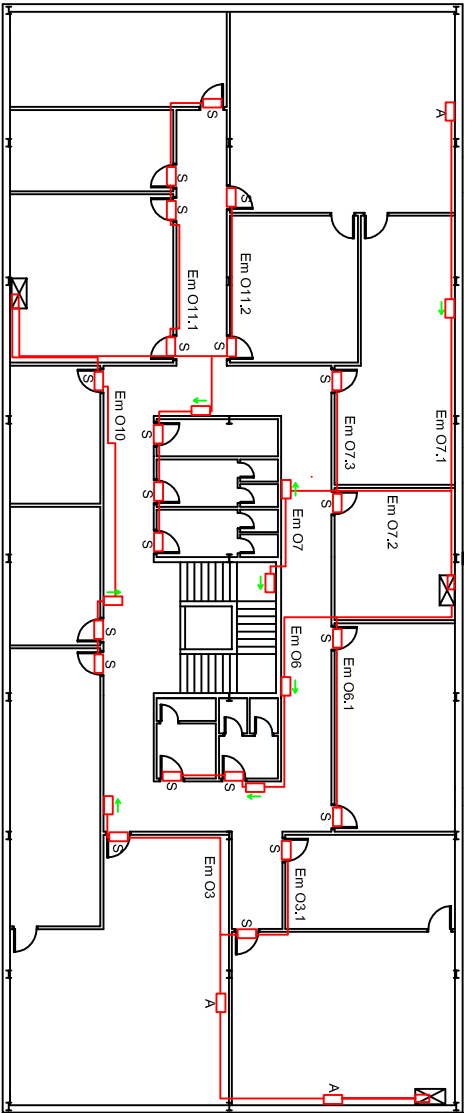
LAMPARA EXTERIOR IP54 ADOSADA A LA PARED A 3,5 m DEL SUELO

 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:  DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		
PROYECTO:  INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			
REALIZADO:  LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ			
FIRMA:			
PLANO:  ILUMINACIÓN	FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:
	11/2012	1:200	6

PLANTA BAJA



ENTREPLANTA



LEYENDA

CUADRO ELECTRICO CON APARATO AUTONOMO DE EMERGENCIA

APARATO AUTONOMO DE EMERGENCIA CON SEÑALIZACION DE RECORRIDO ADOSADO A LA PARED A 2,3 m DEL SUELO

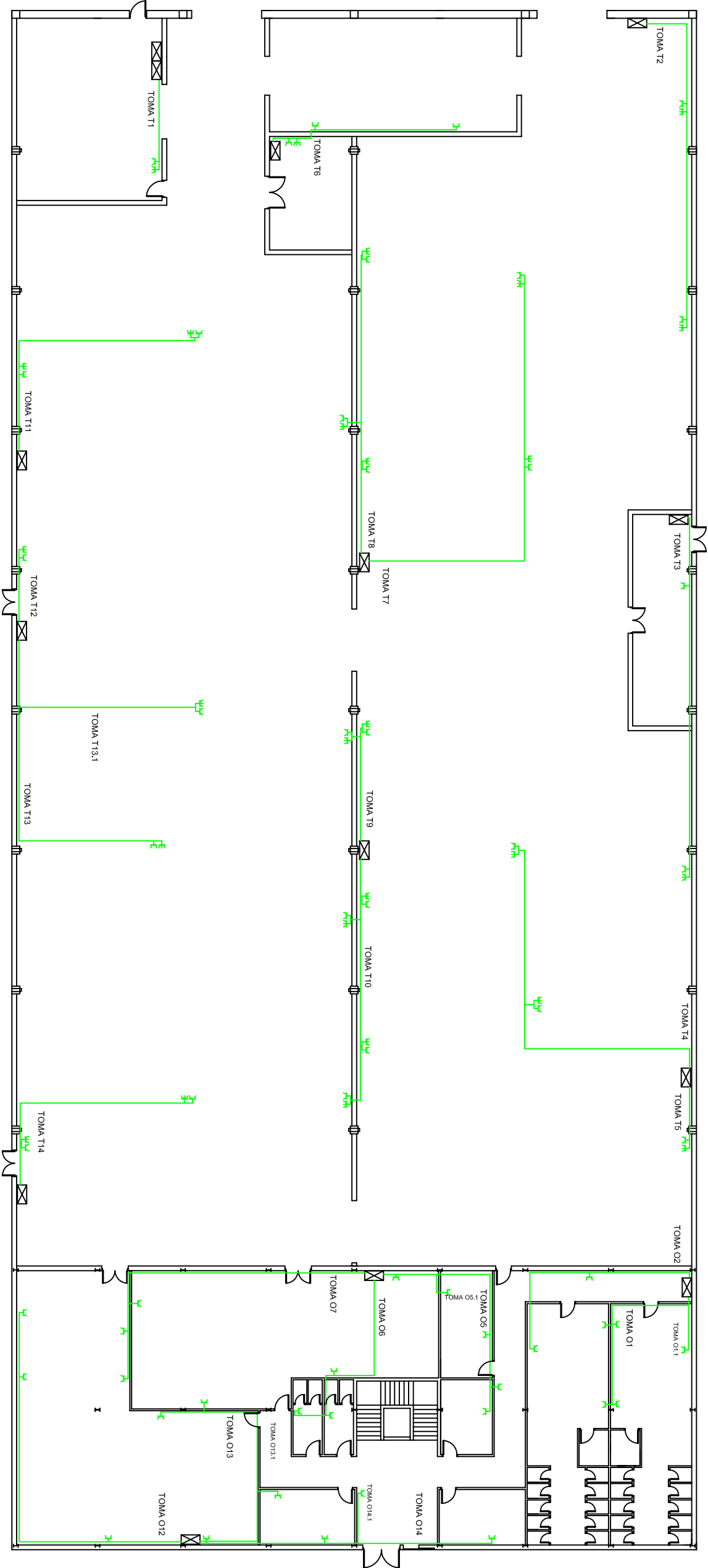
APARATO AUTONOMO DE EMERGENCIA CON SEÑALIZACION DE SALIDA ADOSADO A LA PARED A 2,3 m DEL SUELO

APARATO AUTONOMO DE EMERGENCIA ADOSADO A LA PARED A 2,3 m DEL SUELO

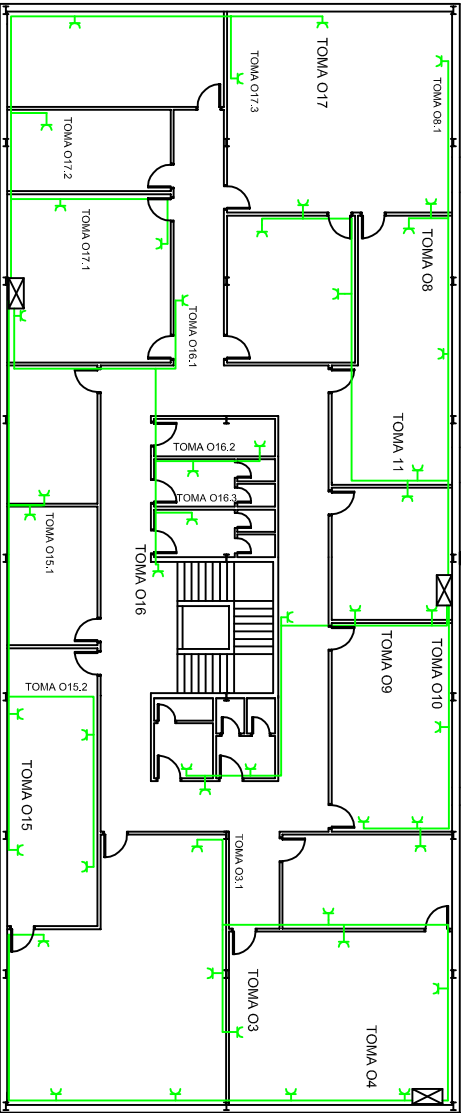
PROYECTOR DE EMERGENCIA Y EVACUACION ADOSADO A LA PARED A 3 m DEL SUELO

<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		<div><div>DEPARTAMENTO:</div><div>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div></div>	
<div><div>PROYECTO:</div><div>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</div></div>		<div><div>REALIZADO:</div><div>LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ</div></div>		<div><div>FIRMA:</div><div></div></div>	
<div><div>PLANO:</div><div>ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA</div></div>		<div><div>FECHA:</div><div>11/2012</div></div>		<div><div>ESCALA:</div><div>1:300</div></div>	
		<div><div>Nº PLANO:</div><div>7</div></div>			

PLANTA BAJA



ENTREPLANTA



LEYENDA

- TOMA DE CORRIENTE MONOFÁSICA 16 A
- TOMA DE CORRIENTE TRIFÁSICA 16 A
- CUADRO ELÉCTRICO

NOTAS

EN OFICINAS A 0,2 m DEL SUELO  
EN EL RESTO DE LA NAVE A 1,5 m DEL SUELO



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.  
INGENIERO  
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:  
DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA  
NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN  
Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

REALIZADO:

LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ

FIRMA:

PLANO:

BASES DE ENCHUFE

FECHA:

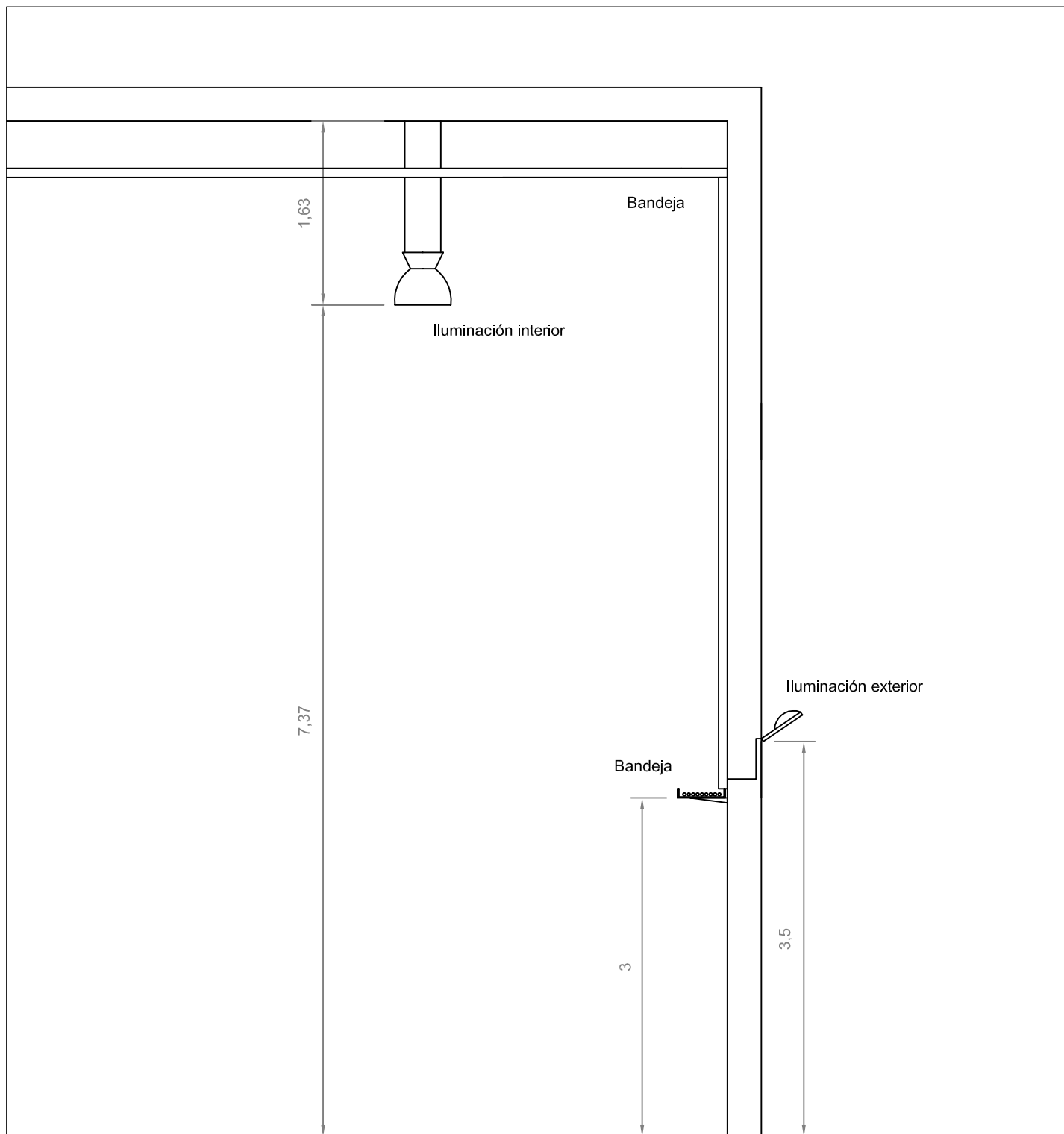
11/2012


ESCALA:

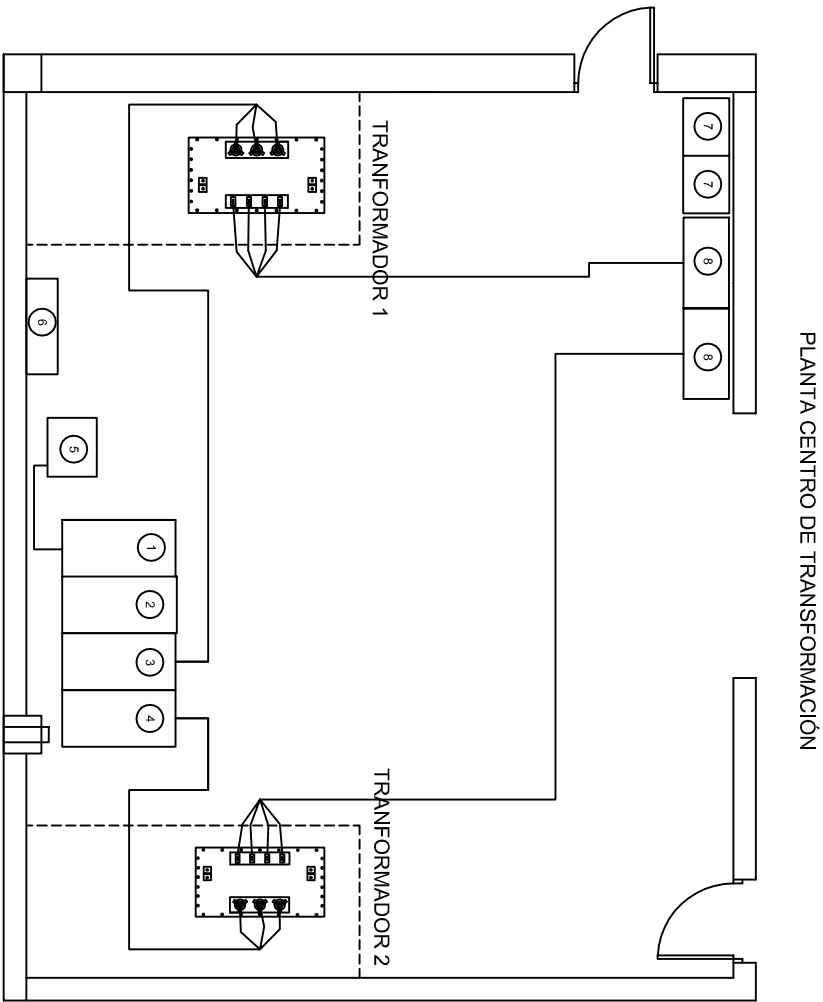
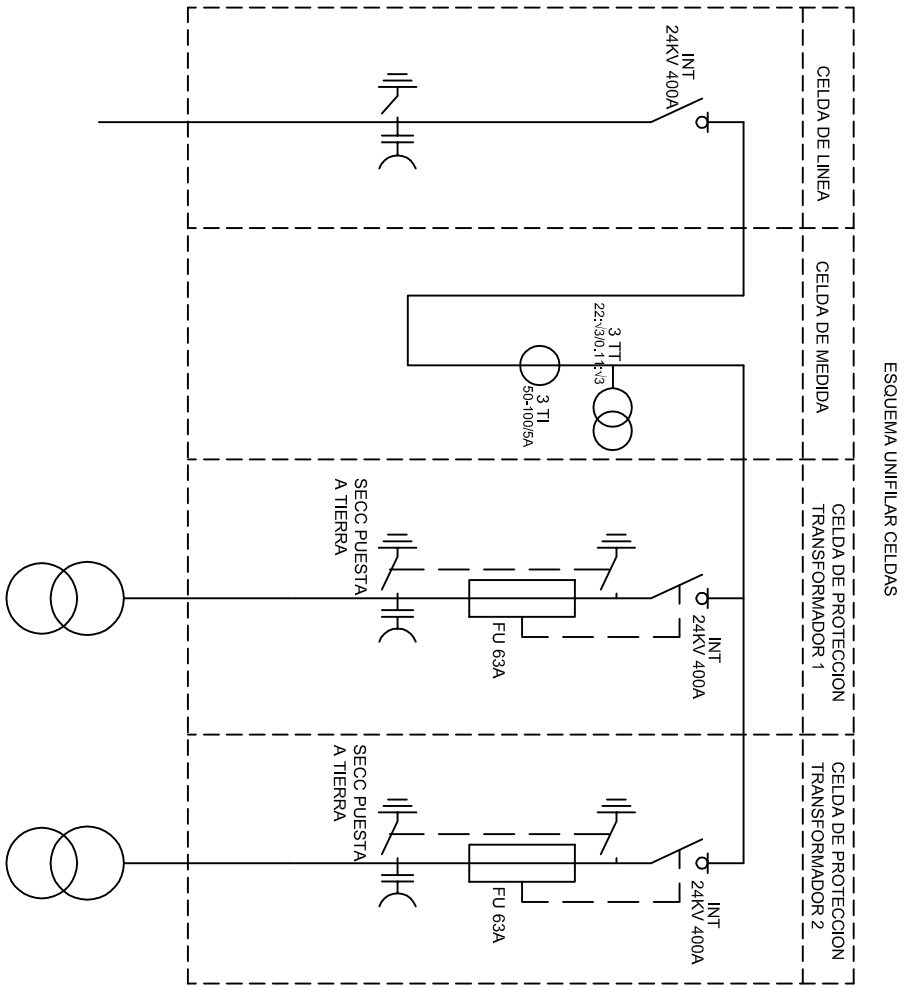
1:300

Nº PLANO:

8

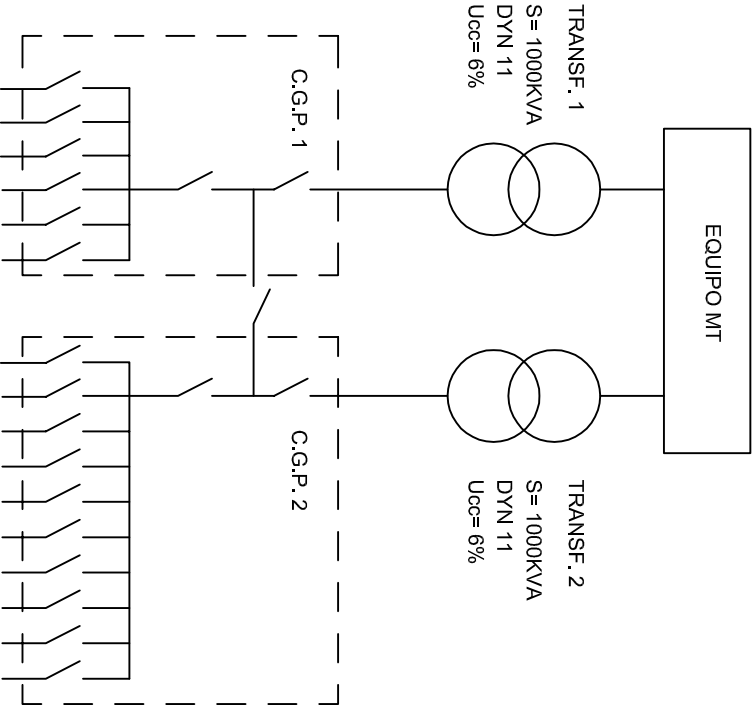



	Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>		
	PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		REALIZADO: <b>LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ</b>		
PLANO: <b>SECCIONES</b>		FIRMA:	FECHA: <b>11/2012</b>	ESCALA: <b>1:50</b>	Nº PLANO: <b>9</b>

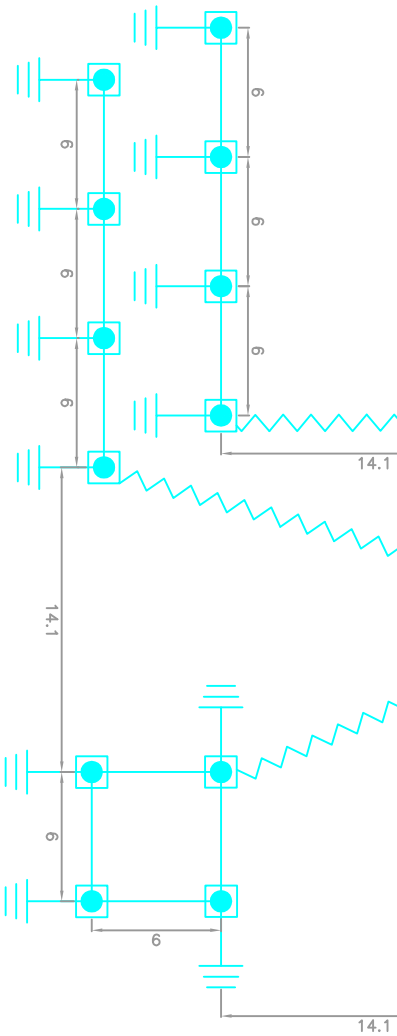
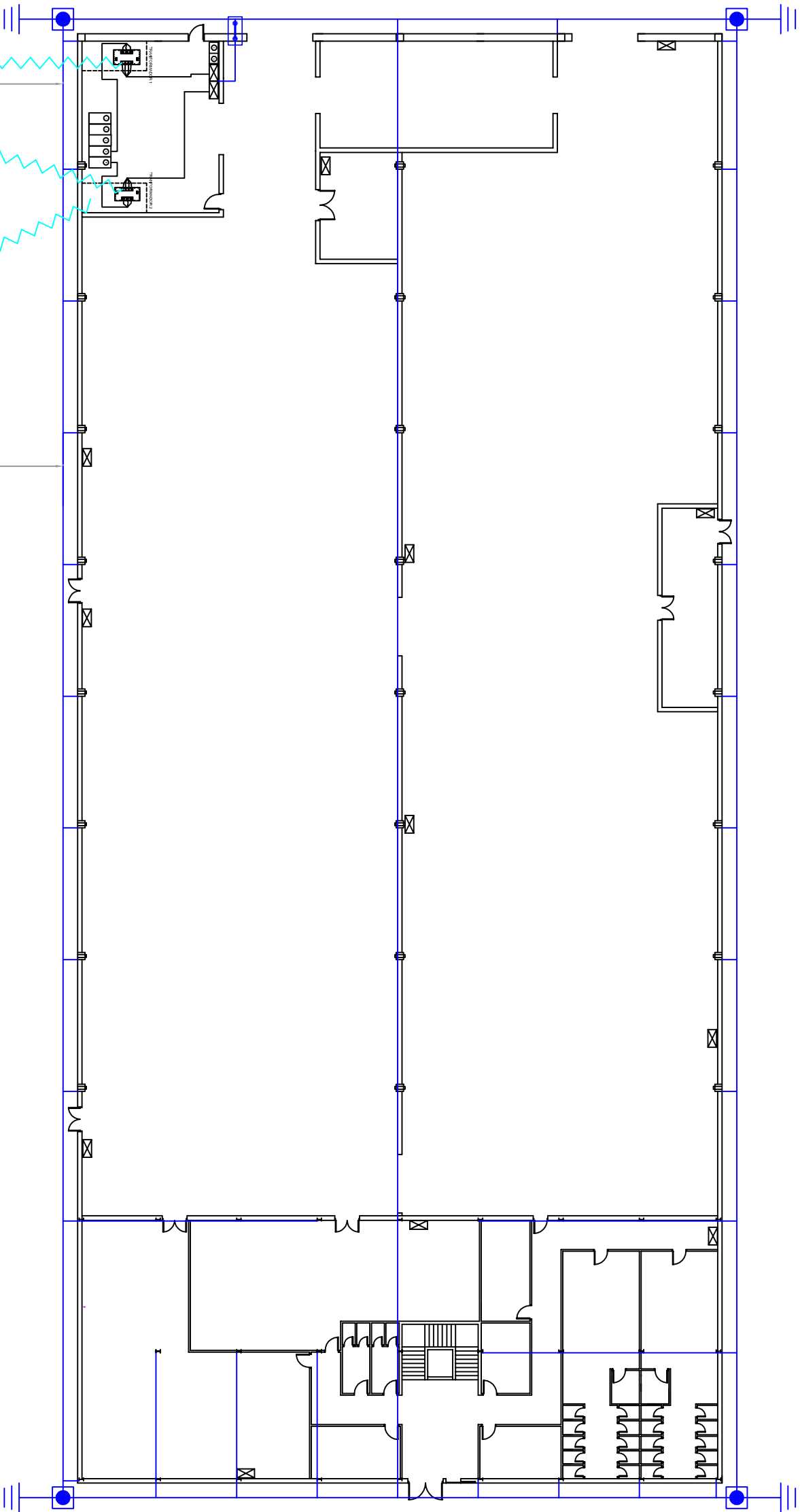


LEYENDA

- 1.- CELDA DE ENTRADA/SALIDA
  - 2.- CELDA DE MEDIDA
  - 3.- CELDA DE PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR 1
  - 4.- CELDA DE PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR 2
  - 5.- LLEGADA DE ACOMETIDA
  - 6.- ARMARIO DE CONTADOR DE MEDIDA EN A.T
  - 7.- BATERIA DE CONDENSADORES
  - 8.- CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN
- VALLA DE PROTECCIÓN DEL TRANSFORMADOR




<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		<div><div>DEPARTAMENTO:</div><div>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div></div>	
<div>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</div>		<div>REALIZADO: LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ</div>		<div>FIRMA:</div>	
<div>PLANO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y ESQUEMA UNIFILAR</div>		<div>FECHA: 11/2012</div>		<div>ESCALA: S/E</div>	
		<div>Nº PLANO: 10</div>			

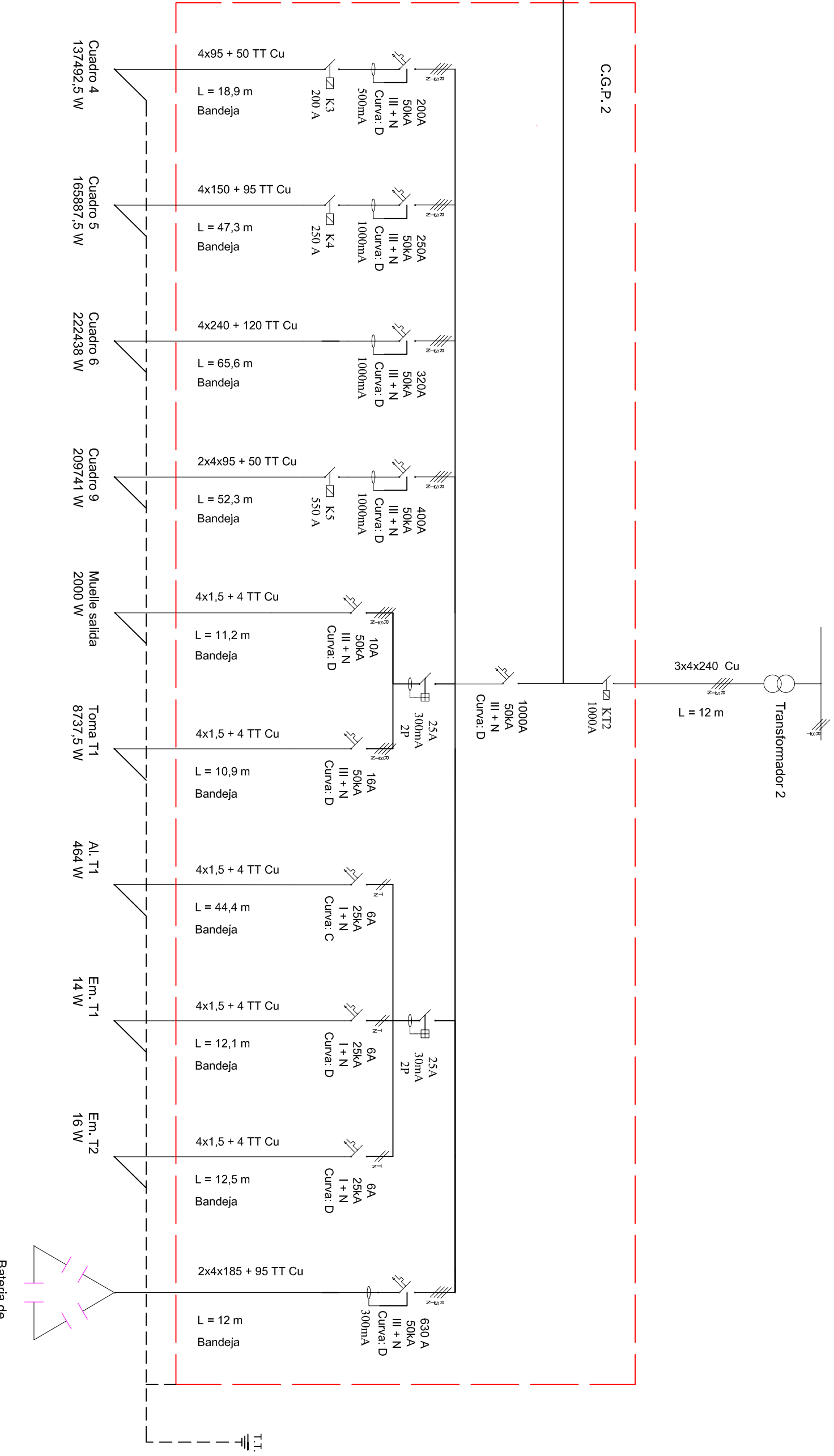
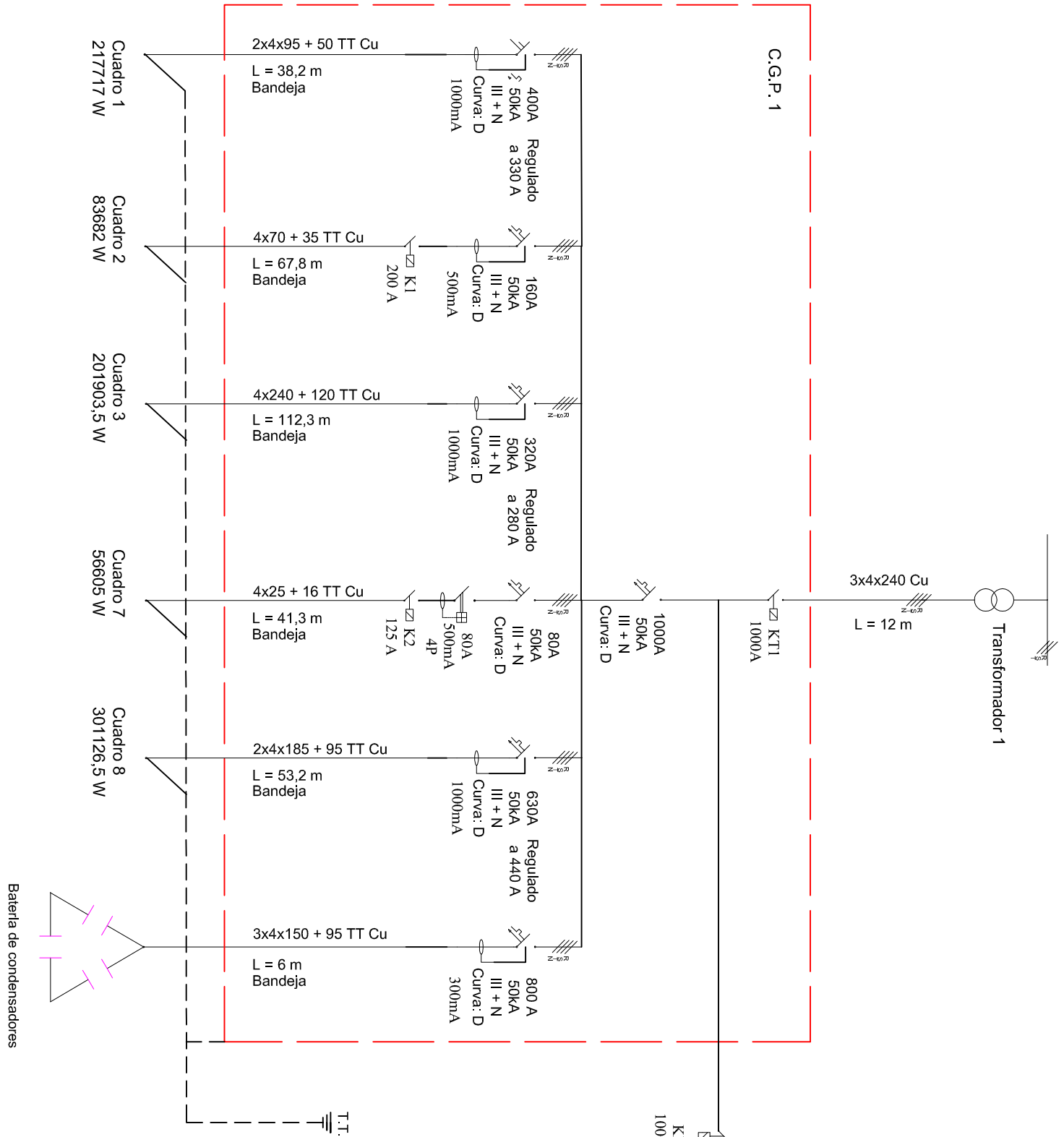


LEYENDA

- ARQUETA DE REGISTRO
- PICA DE DIÁMETRO 14 mm, LONGITUD 2 m E INSTALADA A UNA PROFUNDIDAD DE 0,8 m.
- CONDUCTOR DESNUDO DE COBRE DE SECCIÓN 50 mm<sup>2</sup> A UNA PROFUNDIDAD DE 0,8 m.
- CAJA DE MEDICIÓN Y SECCIONAMIENTO DE PUESTA A TIERRA
- CONDUCTOR AISLADO (0,6/1kV) 50 mm<sup>2</sup> Cu
- PICA DE DIÁMETRO 14 mm, LONGITUD 6 m E INSTALADA A UNA PROFUNDIDAD DE 0,5 m.
- CONDUCTOR DESNUDO 50 mm<sup>2</sup> Cu

<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		<div><div>DEPARTAMENTO:</div><div>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div></div>	
<div>PROYECTO:</div> <div>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</div>		<div>REALIZADO:</div> <div>LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ</div>		<div>FIRMA:</div>	
<div>PLANO:</div> <div>RED DE TIERRAS DE LA NAVE Y DEL CT</div>		<div>FECHA:</div> <div>11/2012</div>	<div>ESCALA:</div> <div>1:350</div>	<div>Nº PLANO:</div> <div>11</div>	





LEYENDA

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO  
CON TORO SEPARADO

INTERRUPTOR DIFERENCIAL

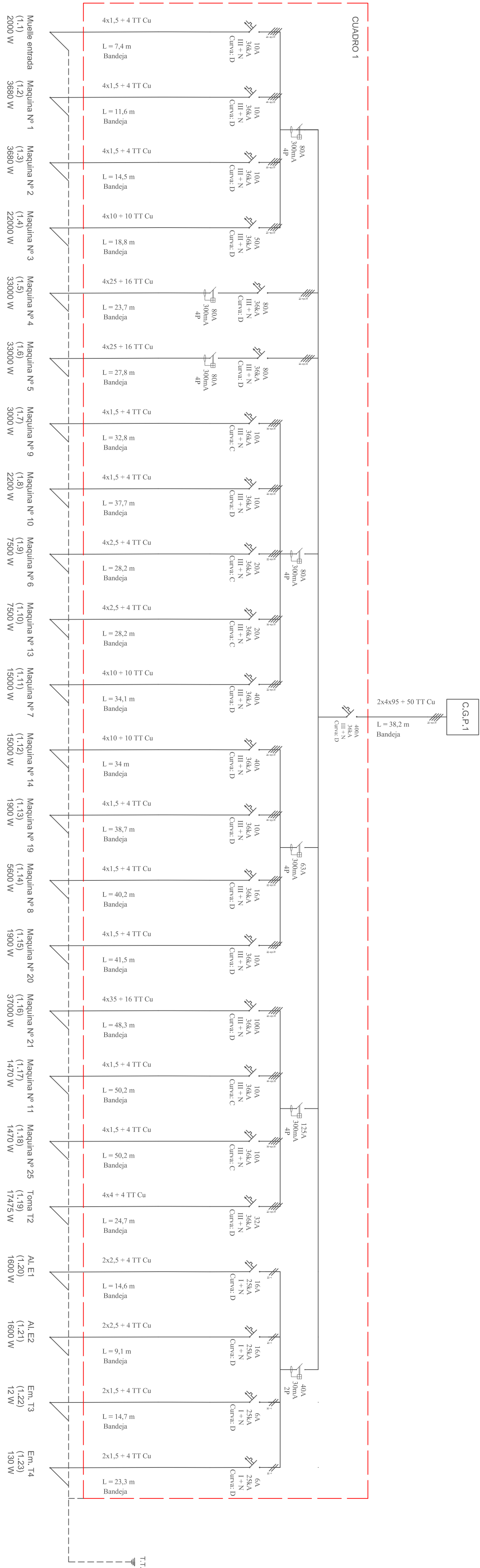
INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO


TRANSFORMADOR DE POTENCIA

CONTACTOR

<div>UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA</div> <div>de Navarra</div> <div>Unibertsitate Publikoa</div>		<div>E.T.S.I.I.T.</div> <div>INGENIERO</div> <div>TECNICO INDUSTRIAL E.</div>		<div>DEPARTAMENTO:</div> <div>DEPARTAMENTO DE</div> <div>PROYECTOS E ING. RURAL</div>	
<div>PROYECTO:</div> <div>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA</div> <div>NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN</div> <div>Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</div>		<div>REALIZADO:</div> <div>LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ</div>		<div>FECHA:</div> <div>11/2012</div>	
<div>PLANO:</div> <div>ESQUEMA UNIFILAR C.G.P.1 Y C.G.P.2</div>		<div>ESCALA:</div> <div>S/E</div>		<div>Nº PLANO:</div> <div>12</div>	







Universidad Pública de Navarra

INGENIERO

TECNICO INDUSTRIAL E.

PROYECTO:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

DEPARTAMENTO:

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

REALIZADO:

LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ

PLANO:

ESQUEMA UNIFILAR CUADRO 1

FECHA:

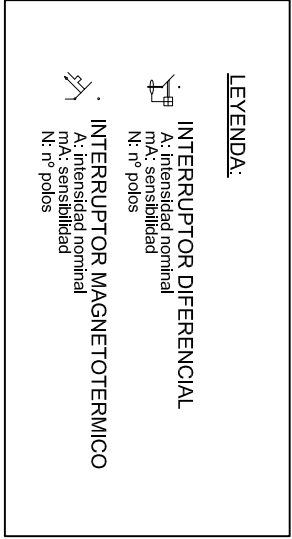
11/2012

ESCALA:

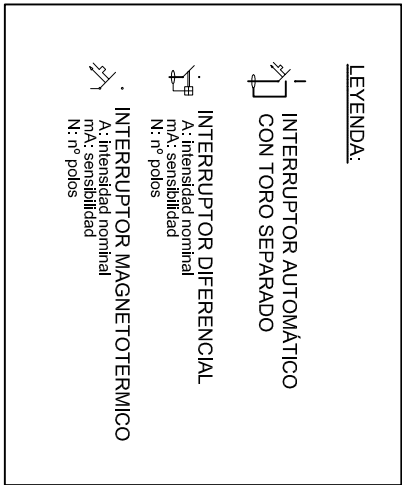
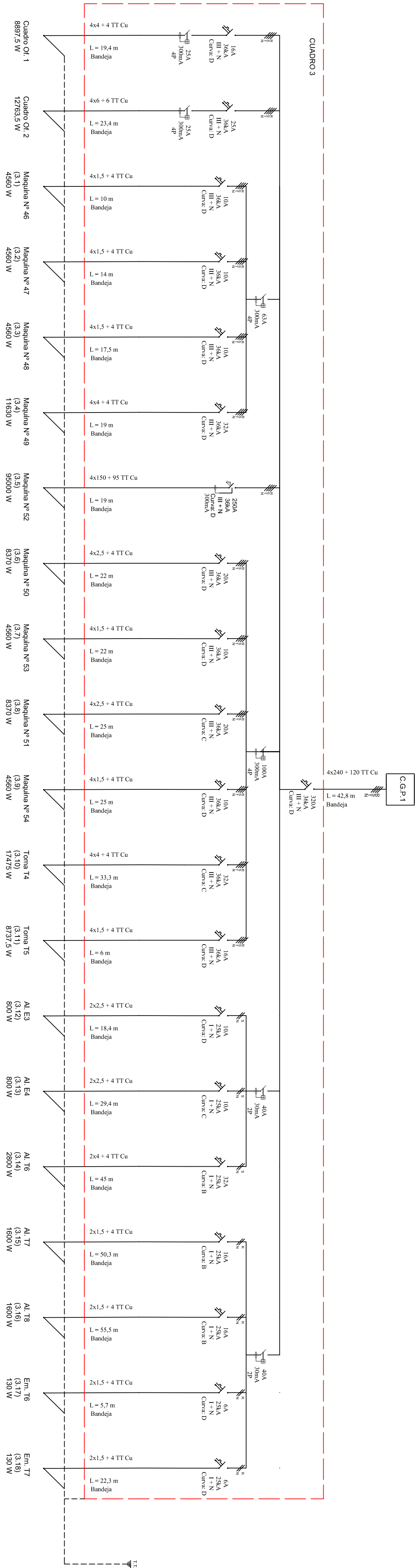
S/E


Nº PLANO:

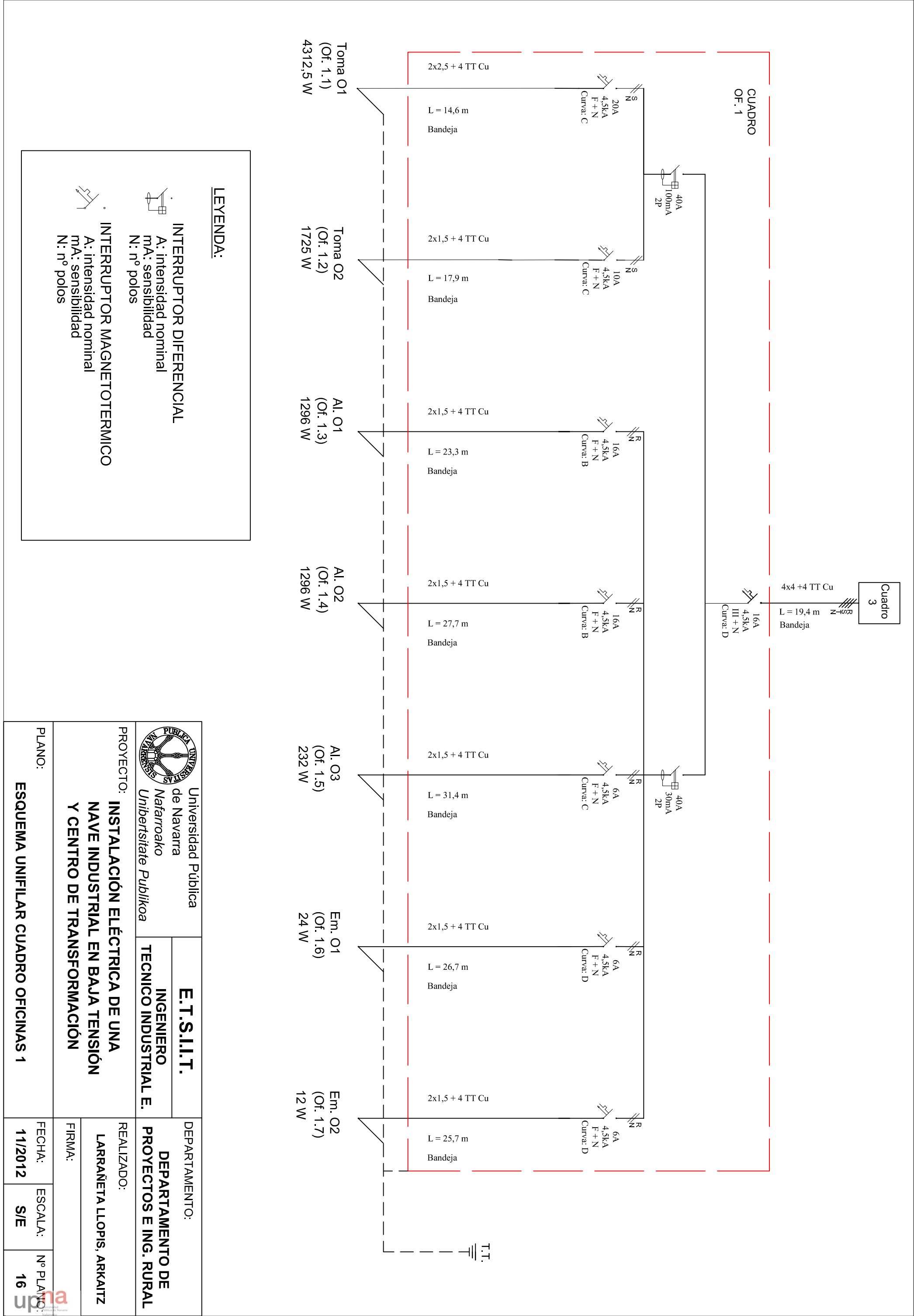
13

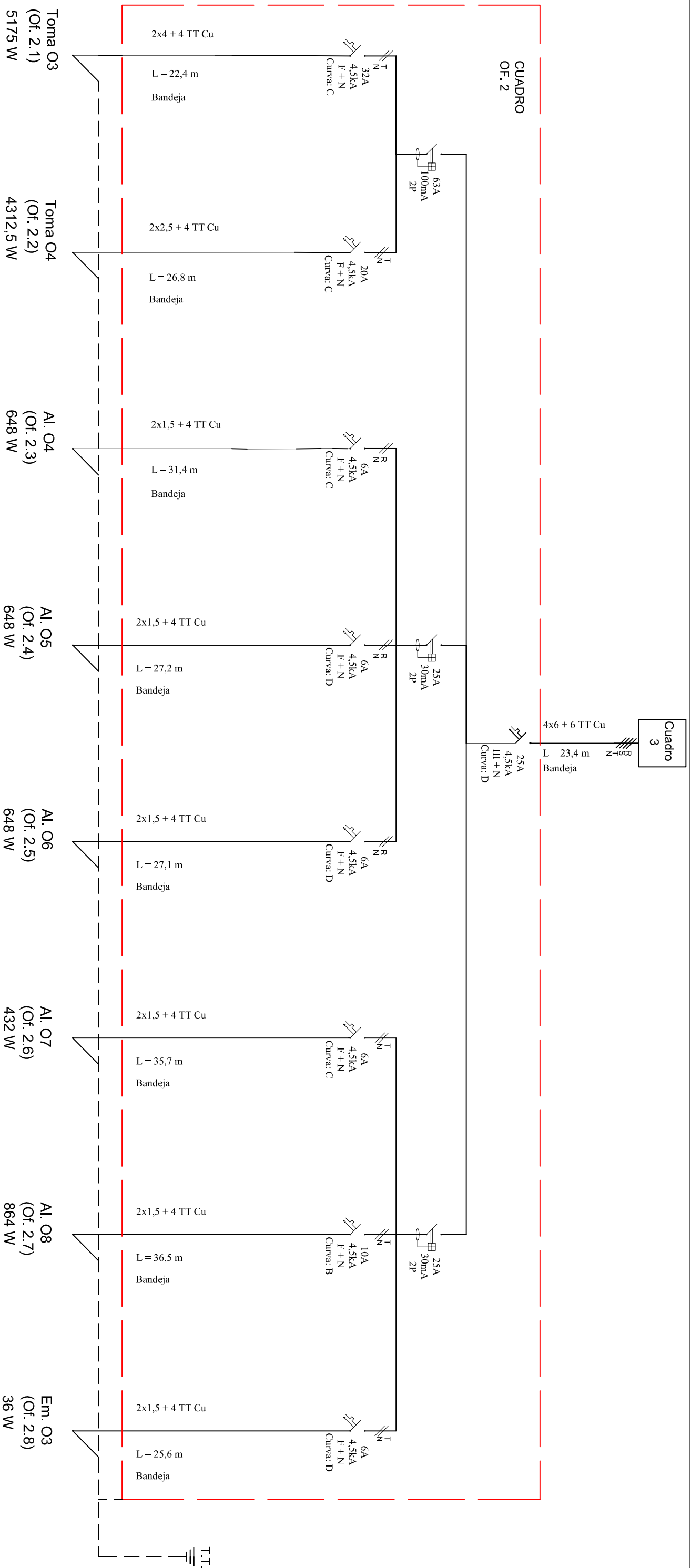


**PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK**



		Universidad Pública de Navarra	
Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T.	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
REALIZADO: LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
FIRMA:		FECHA: 11/2012	
ESQUEMA UNIFILAR CUADRO 3		ESCALA: S/E	
		Nº PLANO: 15	





LEYENDA:

## INTERRUPTOR DIFERENCIAL


mA: sensibilidad

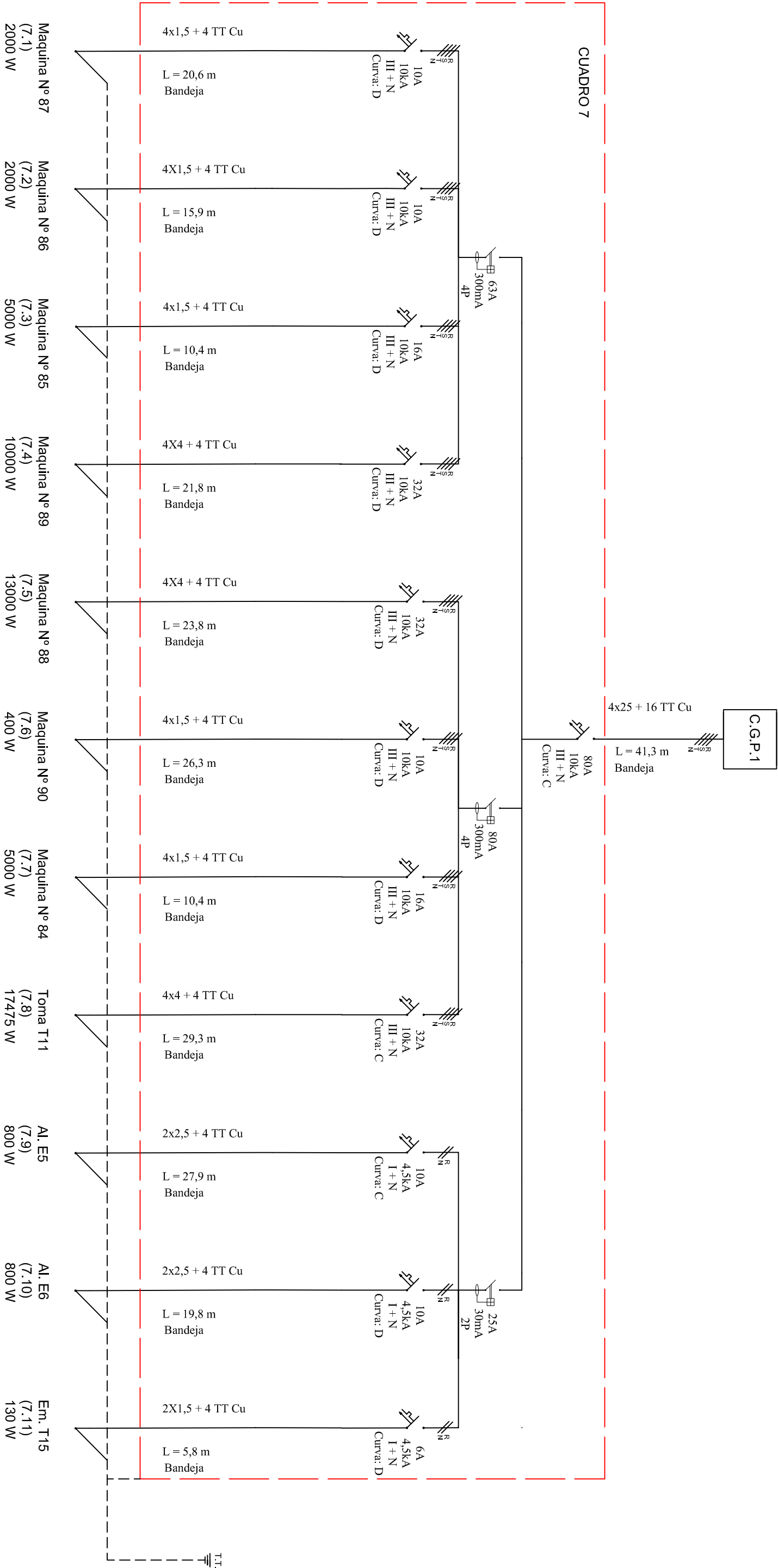
N: n° polos

# INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO


mA: sensibilidad


N: n° polos


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>		DEPARTAMENTO:  <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		
PROYECTO:	REALIZADO:		
<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>	<b>LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ</b>		
FIRMA:	FECHA:		
PLANO:	<b>11/2012</b>	ESCALA: <b>S/E</b>	Nº PLANO: <b>17</b>



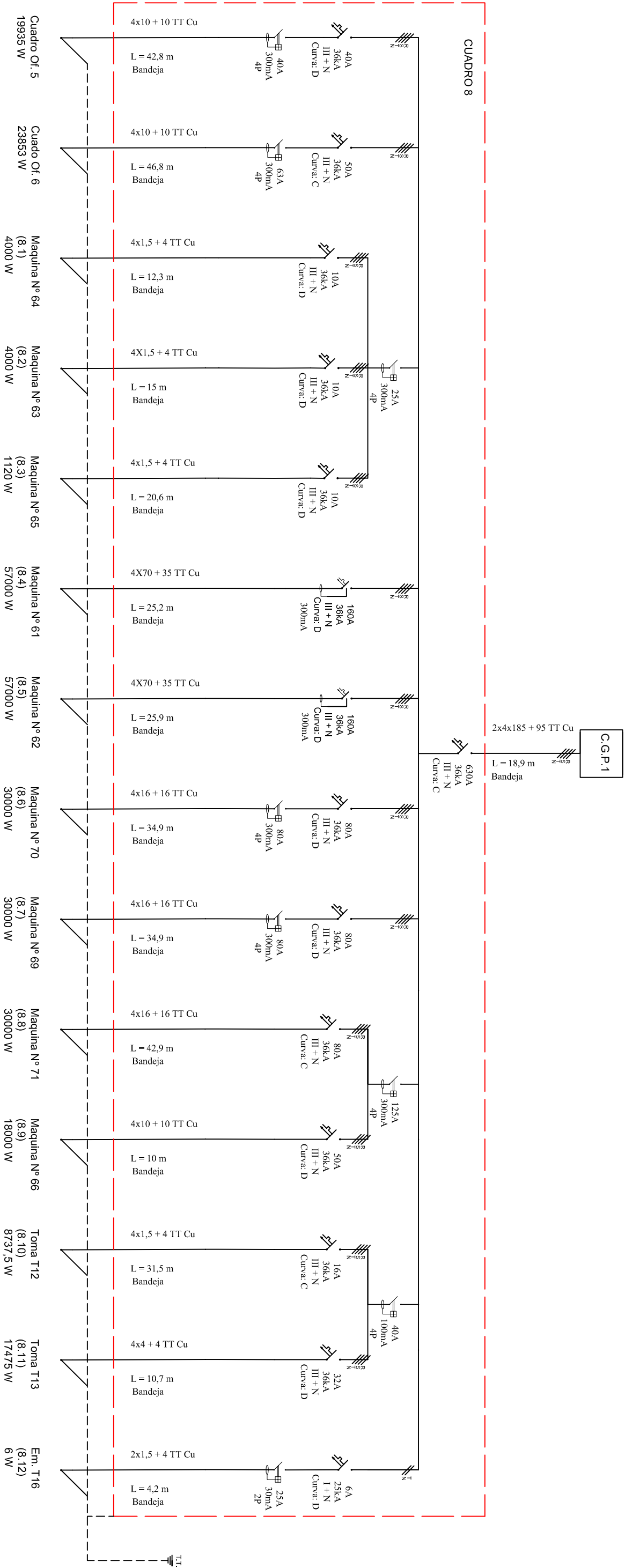
**LEYENDA:**

 **INTERRUPTOR DIFERENCIAL**  
A: intensidad nominal  
mA: sensibilidad  
N: nº polos

 **INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO**  
A: intensidad nominal  
mA: sensibilidad  
N: nº polos

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO:  <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>	
PROYECTO:  <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>				REALIZADO:  <b>LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ</b>	
PLANO:  <b>ESQUEMA UNIFILAR CUADRO 7</b>				FIRMA:	
FECHA: <b>11/2012</b>		ESCALA: <b>S/E</b>		Nº PLANO: <b>18</b>	






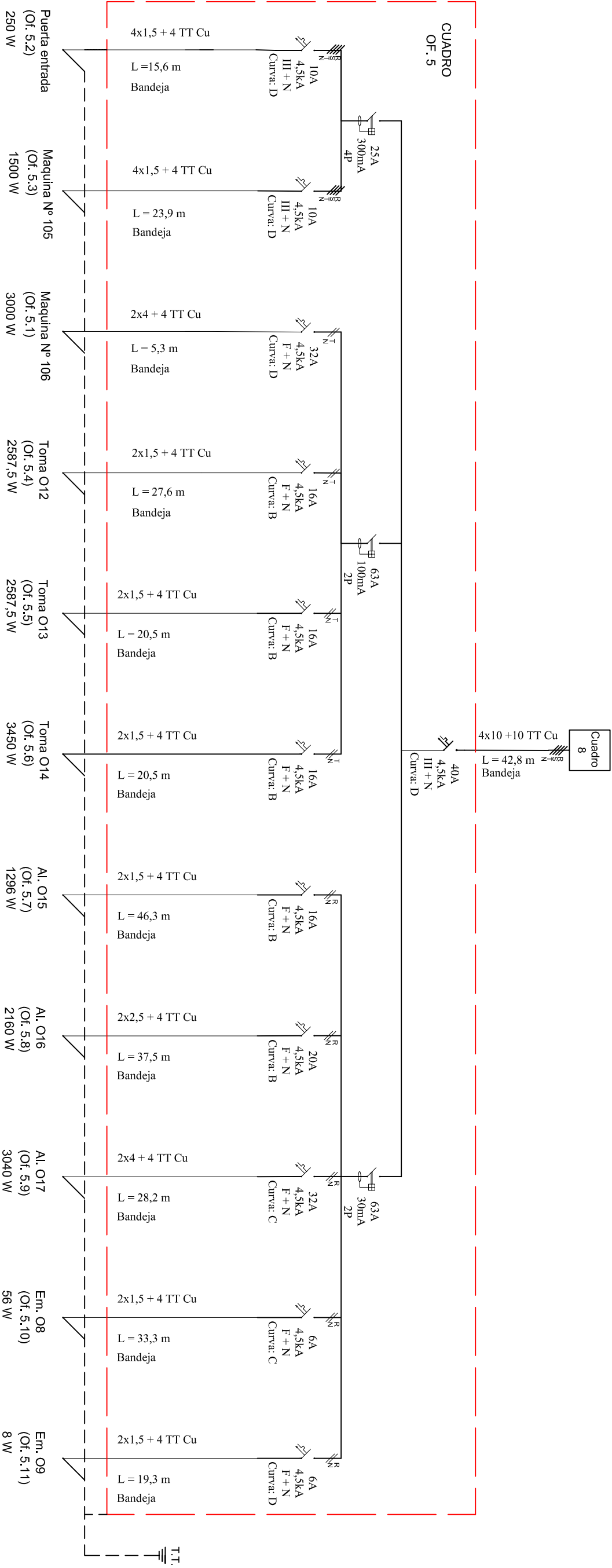
**LEYENDA:**

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO  
CON TORO SEPARADO

INTERRUPTOR DIFERENCIAL  
A: Intensidad nominal  
mA: sensibilidad  
N: nº polos

INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO  
A: Intensidad nominal  
mA: sensibilidad  
N: nº polos

<div><div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div><div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div></div>		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		REALIZADO: LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ	
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO 8		FIRMA:	
FECHA: 11/2012	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 19	



**LEYENDA:**

INTERRUPTOR DIFERENCIAL

A: Intensidad nominal

mA: sensibilidad


N: nº polos

INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO

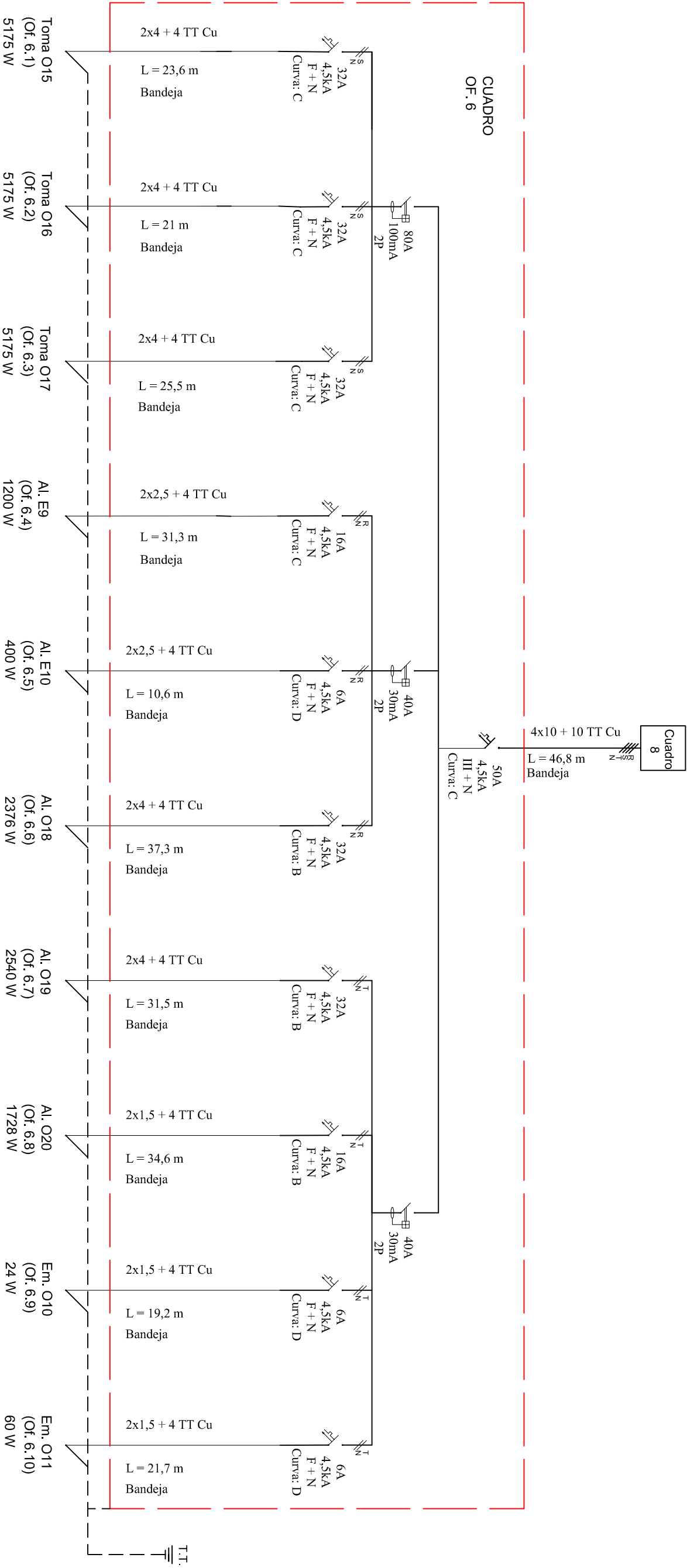
A: Intensidad nominal

mA: sensibilidad

N: nº polos

<div><div></div><div>Universidad Pública de Navarra</div><div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>		<div><div>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div></div>	
<div>PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b></div>		<div>REALIZADO: LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ</div>		<div>FIRMA:</div>	
<div>PLANO: <b>ESQUEMA UNIFILAR CUADRO OFICINAS 5</b></div>		<div>FECHA: 11/2012</div>	<div>ESCALA: S/E</div>	<div>Nº PLANO: 20</div>	






**LEYENDA:**

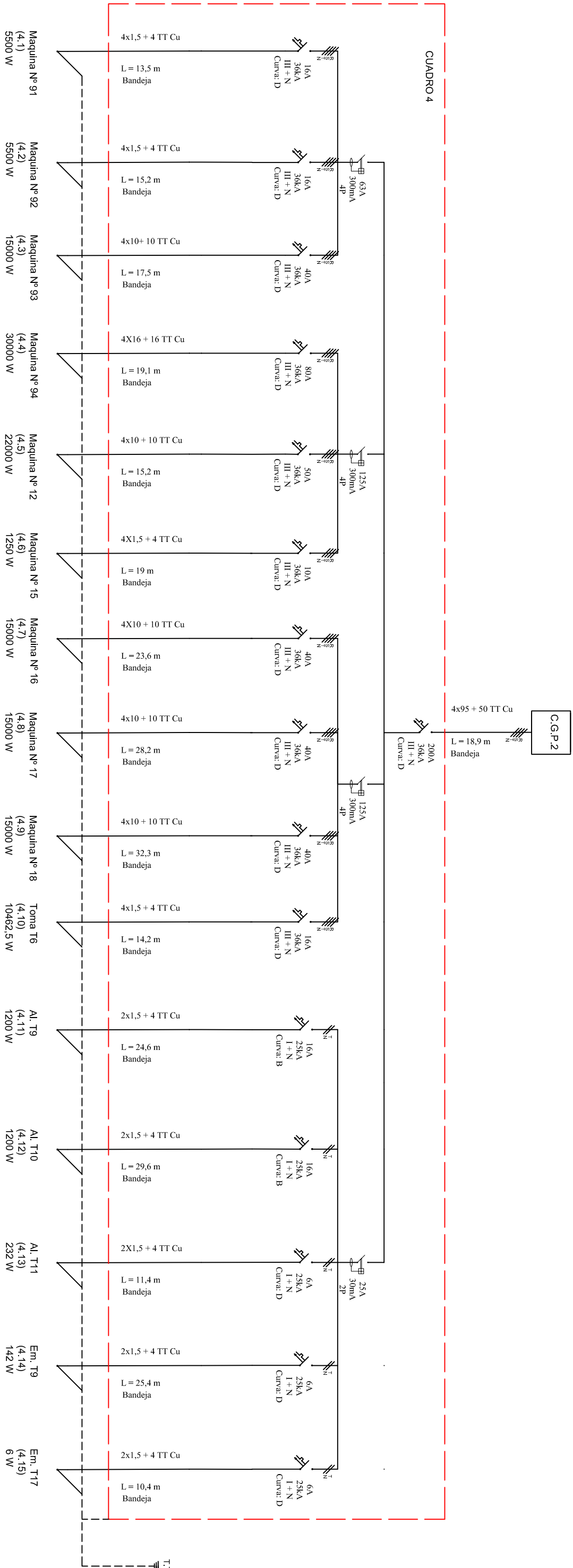
INTERRUPTOR DIFERENCIAL

A: intensidad nominal  
mA: sensibilidad  
N: nº polos

INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO

A: intensidad nominal  
mA: sensibilidad  
N: nº polos

<div><div><div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div></div></div>		<div><div>E.T.S.I.I.T.</div><div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div></div>	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: <div>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</div>		REALIZADO: LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ	
PLANO: <div>ESQUEMA UNIFILAR CUADRO OFICINAS 6</div>	FIRMA:		
FECHA: 11/2012	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 21	



**LEYENDA:**

INTERRUPTOR DIFERENCIAL

A: intensidad nominal

nA: sensibilidad


N: nº polos

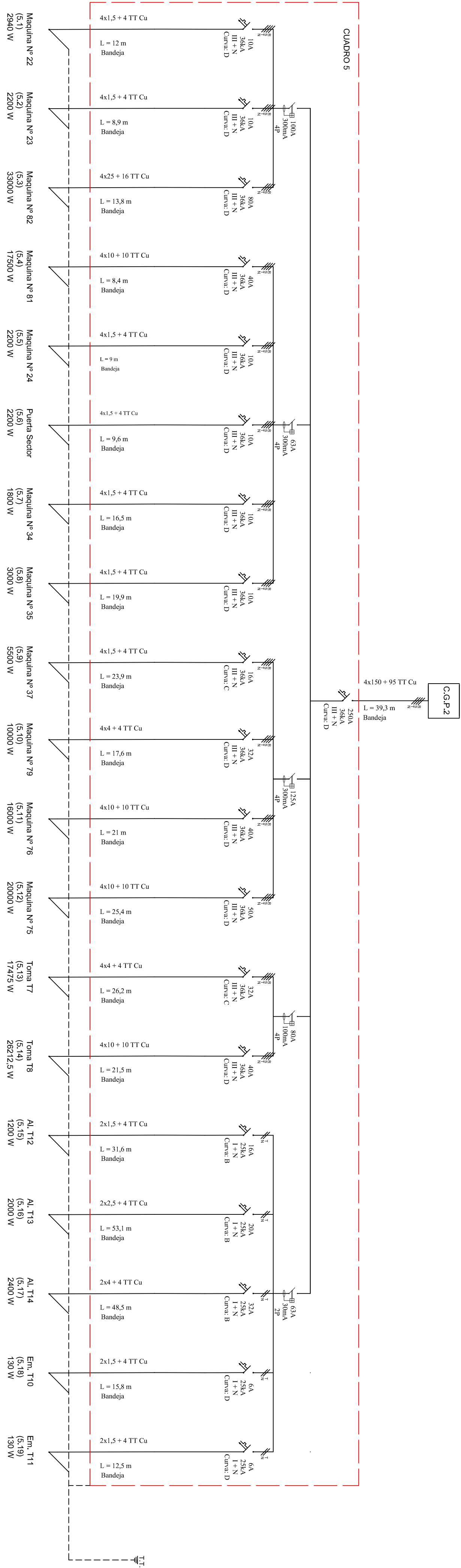
INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO


A: intensidad nominal

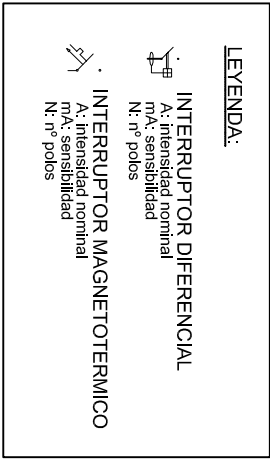
nA: sensibilidad

N: nº polos

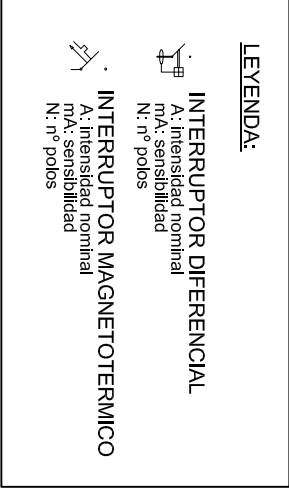
 <p>Universidad Pública de Navarra</p> <p>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>		<p><b>E.T.S.I.I.T.</b></p> <p>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>	
<p>PROYECTO:</p> <p><b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b></p>		<p>DEPARTAMENTO:</p> <p><b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b></p>	
<p>FIRMA:</p>		<p>REALIZADO:</p> <p><b>LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ</b></p>	
<p>PLANO:</p> <p><b>ESQUEMA UNIFILAR CUADRO 4</b></p>		<p>FECHA:</p> <p><b>11/2012</b></p>	<p>ESCALA:</p> <p><b>S/E</b></p>
		<p>Nº PLANO:</p> <p><b>22</b></p>	



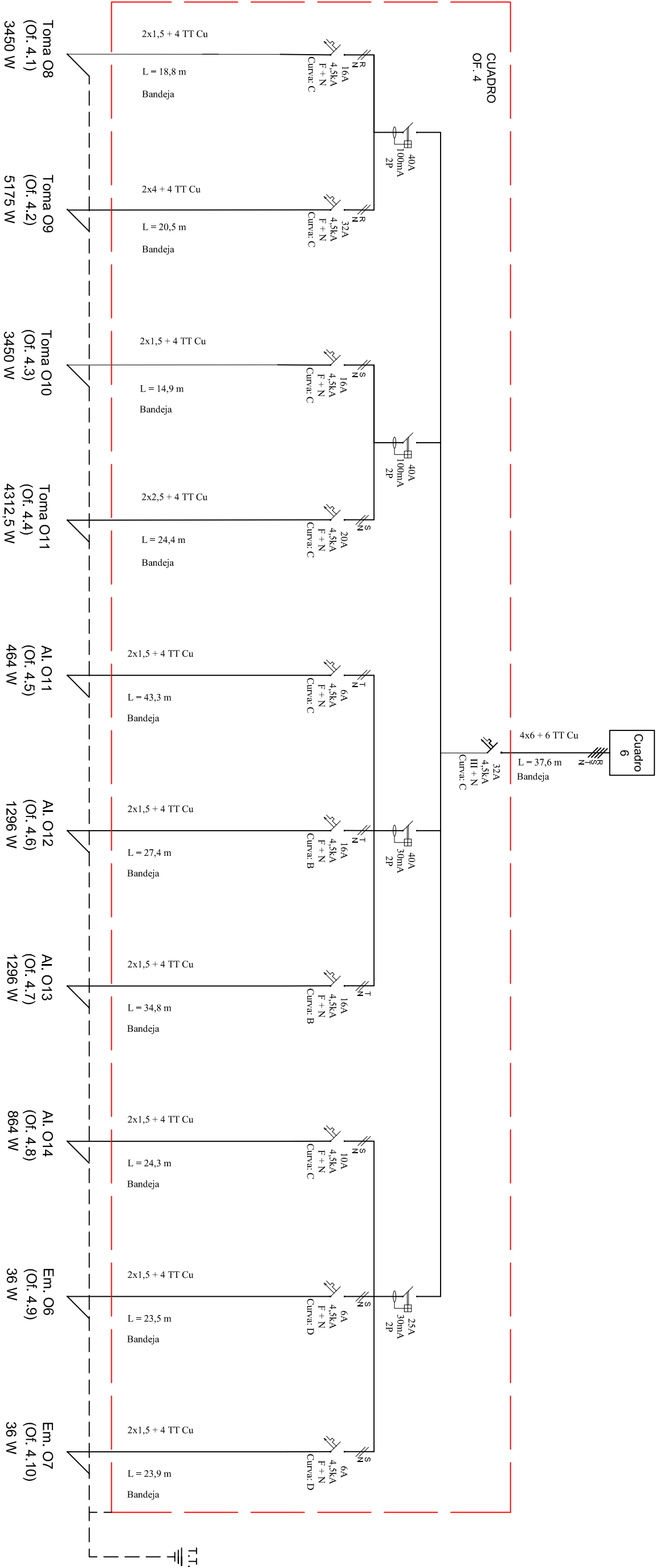
		Universidad Pública de Navarra	
Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T.	
PROYECTO: <b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>		INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
REALIZADO: <b>LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ</b>		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
FIRMA:		FIRMA:	
PLANO: <b>ESQUEMA UNIFILAR CUADRO 5</b>		FECHA: <b>11/2012</b>	
		ESCALA: <b>S/E</b>	
		Nº PLANO: <b>23</b>	



**PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK**



**PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK**



LEYENDA:

INTERRUPTOR DIFERENCIAL

A: intensidad nominal  
mA: sensibilidad  
N: nº polos

INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO

A: intensidad nominal  
mA: sensibilidad  
N: nº polos

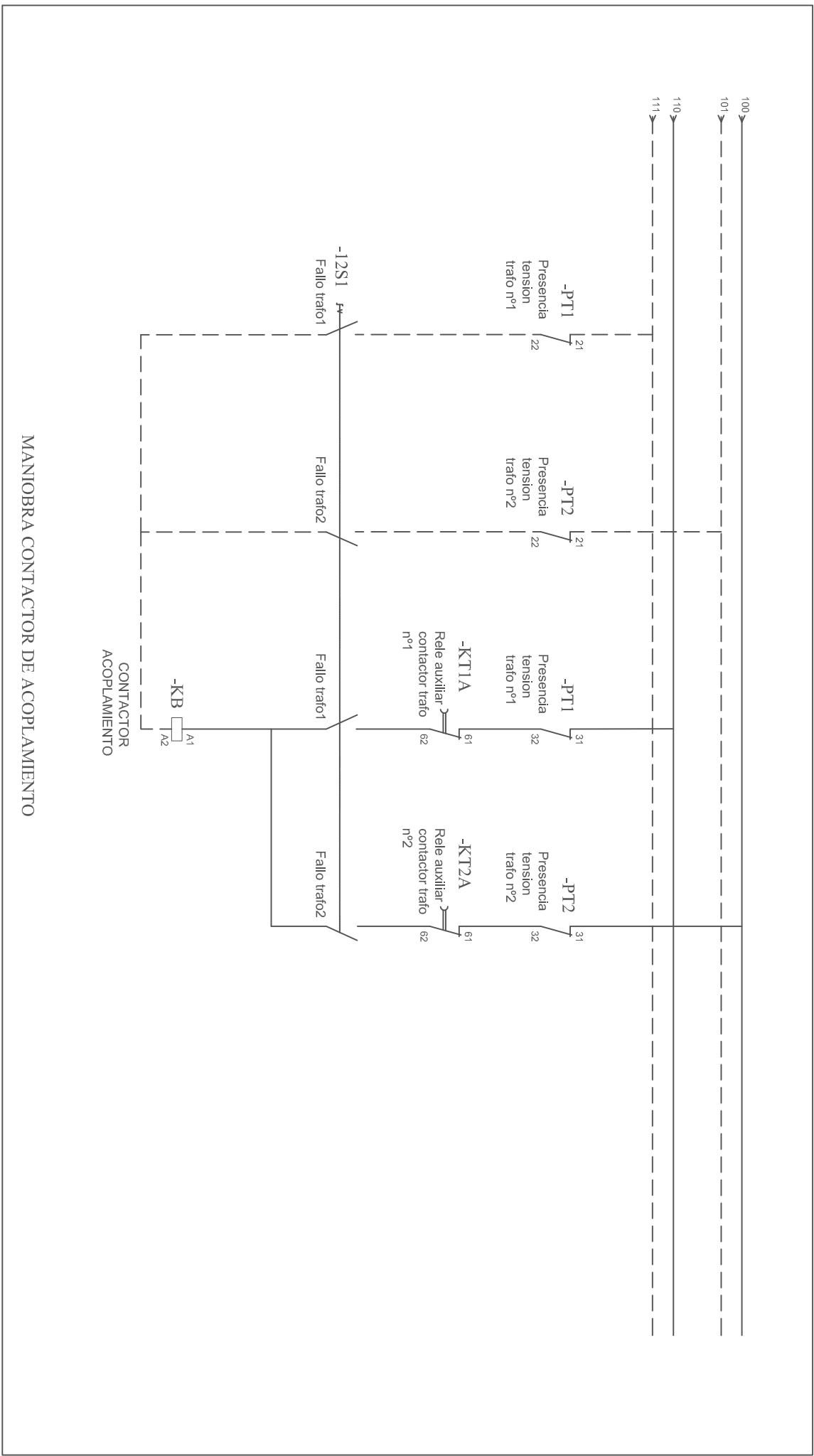
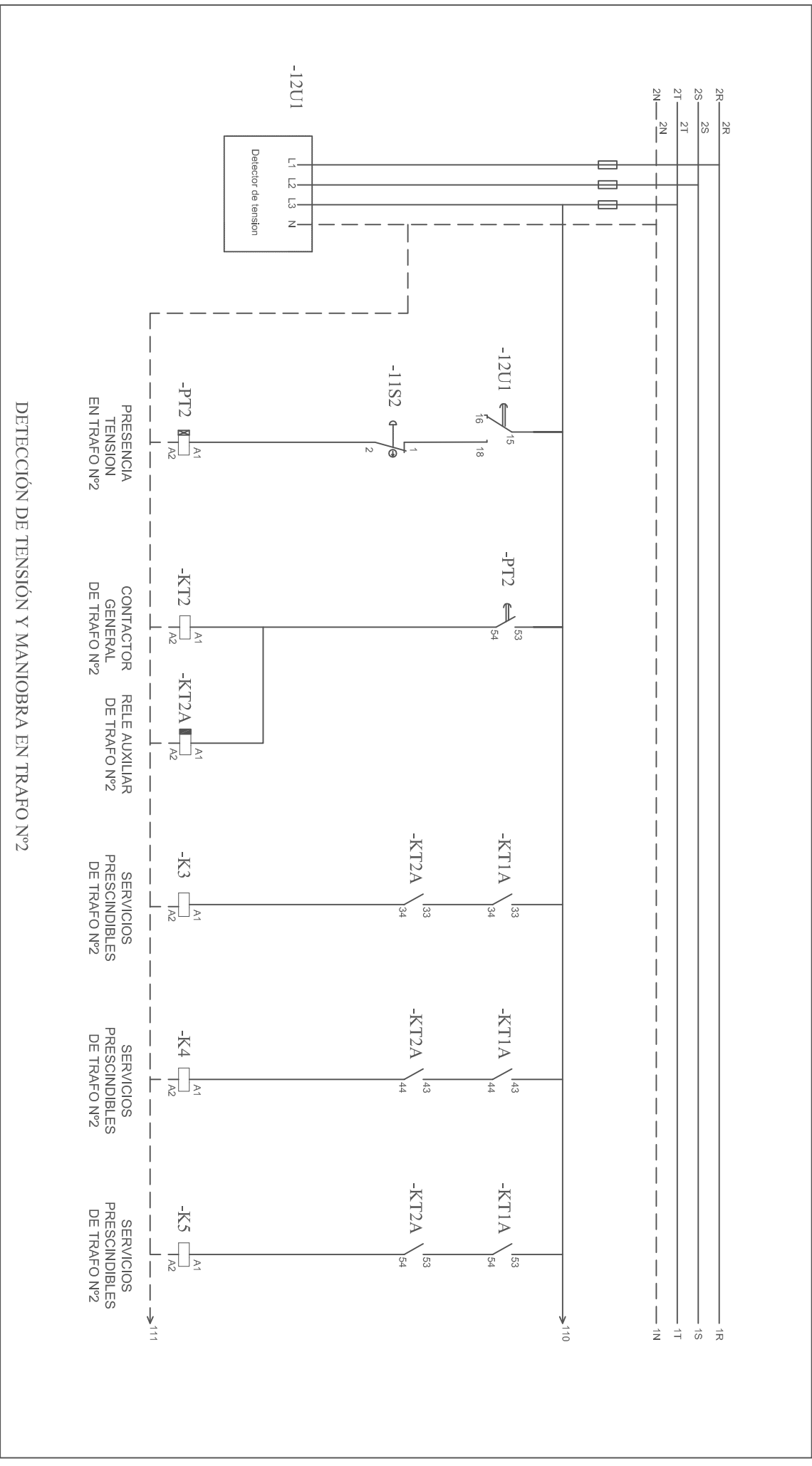
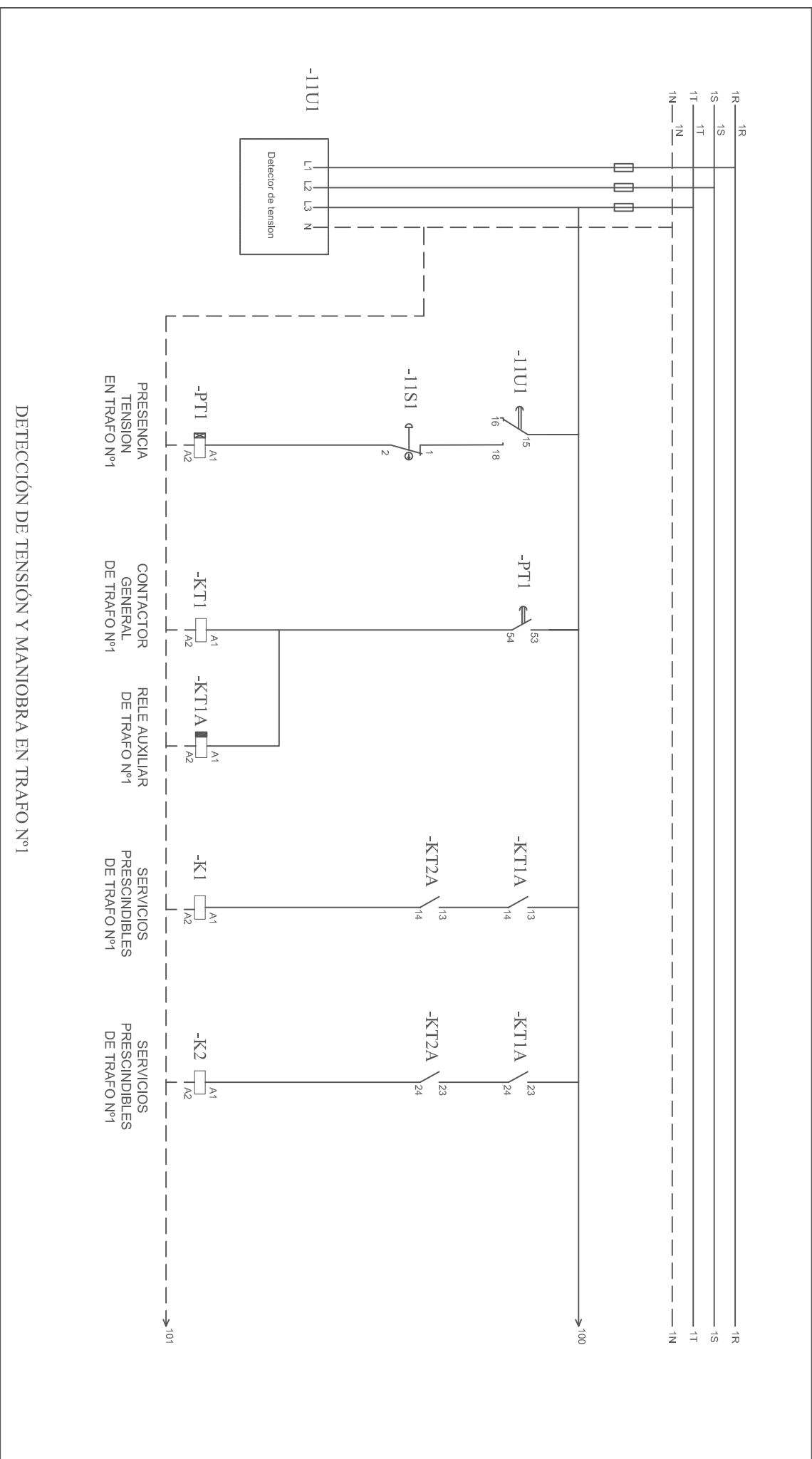
<div>Universidad Pública de Navarra</div> <div>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>		<div>E.T.S.I.I.T.</div> <div>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</div>		<div>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</div>	
<div>PROYECTO: INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</div>		<div>REALIZADO: LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ</div>		<div>FIRMA:</div>	
<div>PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CUADRO OFICINAS 4</div>		<div>FECHA: 11/2012</div>	<div>ESCALA: S/E</div>	<div>Nº PLANO: 26</div>	






upona  
Universidad  
Pública de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

Todos los derechos reservados  
Eskubide guztiak erresalbatu dira



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>		DEPARTAMENTO:  <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		
PROYECTO:	REALIZADO:  LARRAÑETA LLOPIS, ARKAITZ		
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL EN BAJA TENSIÓN Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			
PLANO:  ESQUEMA DE MANIOBRA AVERIA DE TRANSFORMADORES	FECHA: 11/2012	ESCALA: S/E	Nº PLANO: 28





# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL  
EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN”

## DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno: Arkaitz Larrañeta Llopis

Tutor: Pedro Gonzaga Vélez

Pamplona, 06 de Noviembre de 2012



## **INDICE**

### **PLIEGO DE CONDICIONES**

### **PÁGINA.**

1. Objeto.	3
2. Condiciones generales.	3
2.1. Normas generales.	3
2.2. Ámbito de aplicación.	3
2.3. Conformidad y variación de las condiciones.	3
2.4. Restricción del contrato.	4
2.5. Condiciones generales.	4
3. Condiciones generales de ejecución.	4
3.1. Datos de la obra.	4
3.2. Obras que comprende.	5
3.3. Mejoras y variaciones del proyecto.	5
3.4. Personal.	5
3.5. Abono de la obra.	6
4. Condiciones particulares.	6
4.1. Disposiciones aplicables.	6
4.2. Contradicciones y omisiones del proyecto.	7
4.3. Prototipos.	7
5. Normativa general.	7
6. Redes subterráneas de baja tensión.	8
6.1. Objetivo.	8
6.2. Condiciones generales.	8
6.3. Ejecución del trabajo.	9
6.4. Trazado de zanjas.	9
6.5. Tendido de conductores.	9
6.6. Identificación del conductor.	10
6.7. Cierre de zanjas.	10
7. Receptores.	11
7.1. Condiciones generales de la instalación.	11
7.2. Receptores de alumbrado. Instalación.	11
7.3. Conexiones de receptores.	12
7.4. Receptores a motor. Instalación.	12
7.5. Materiales auxiliares.	13
8. Protección contra sobreintensidades y sobretensiones.	13
8.1. Protección de las instalaciones.	13



8.1.1. Protección contra sobreintensidades.	13
8.1.2. Protección contra sobrecargas.	13
8.2. Situación de los dispositivos de protección.	14
8.3. Características de los dispositivos de protección.	14
9. Protección contra contactos directos e indirectos.	14
9.1. Protección contra contactos directos.	14
9.2. Protección contra contactos indirectos.	15
9.3. Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.	16
10. Alumbrados especiales.	16
10.1. Alumbrado de emergencia.	16
10.2. Alumbrado de señalización.	17
10.3. Locales que deberán ser provistos de alumbrados especiales.	17
10.4. Fuentes propias de energía.	17
10.5. Instrucciones complementarias.	18
11. Local.	18
11.1. Prescripciones de carácter general.	18
12. Mejoramiento del factor de potencia.	19
13. Puesta a tierra.	20
13.1. Generalidades.	20
13.2. Ensayos.	20



## PLIEGO DE CONDICIONES

### 1. Objeto

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo. Determina los requisitos a los que debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía Eléctrica cuyas características técnicas se especifican en el Proyecto.

El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica completa de fuerza, alumbrado interior, alumbrado exterior, toma tierra y el Centro de transformación de la nave industrial dedicada a la fabricación de chapas metálicas de distintas formas.

La nave industrial estará situada en el Polígono Industrial de Aoiz, perteneciente al término municipal de Aoiz (Navarra).

### 2. Condiciones generales

#### 2.1. Normas generales

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como, todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.

Se adaptarán además, a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los Reglamentos y Normas citadas.

#### 2.2. Ámbito de aplicación

Se aplicará todo lo expuesto en el presente pliego de condiciones en las obras de suministro y colocación de todas y cada una de las piezas o unidades de la obra necesarias para efectuar debidamente la instalación eléctrica de la nave industrial anteriormente descrita.

#### 2.3. Conformidad y variación de las condiciones

Se aplicarán estas condiciones para todas incluidas en el apartado anterior, entendiéndose que el contratista, conoce estos pliegos, no admitiéndose otras modificaciones más que aquellas que pudiera introducir el autor del proyecto.



## 2.4. Restricciones del contrato

Se consideraran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

- Primero: Muerte o incapacitación del Contratista.
- Segunda: La quiebra del contratista.
- Tercera: Modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
- Cuarta: Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
- Quinta: La no iniciación de las obras en el plazo estimado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
- Sexta: La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.
- Séptima: Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique mala fé.
- Octava: Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
- Novena: Actuación de mala fé en la ejecución de los trabajos.
- Décima: Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

## 2.5. Condiciones generales

El contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en sucesivo se dicten. En particular deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 2402 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente pliego de condiciones.

## 3. Condiciones generales de ejecución

### 3.1. Datos de la obra

Se entregará al contratista una copia de la Memoria, planos y Pliego de Condiciones, así como cuantos datos necesite para la completa ejecución de la obra.

El contratista podrá tomar nota ó sacar copia a su costa de la memoria, presupuesto y anexos del proyecto.

El contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de la Obra después de su utilización.



Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones, en los datos fijados en el Proyecto, salvo por aprobación previa del Director de Obra.

### 3.2. Obras que comprende

Las obras se ejecutan conforme al proyecto, a las condiciones contenidas en este pliego de condiciones y el particular, si lo hubiere, y de acuerdo con las normas de la empresa suministradora.

Las obras que comprende este proyecto, abarcan el suministro e instalación de los materiales precisos para efectuar la instalación eléctrica de la nave industrial, considerando como nave industrial a las oficinas, almacenes, nave propiamente dicha, locales no nombrados que se encuentren dentro de la propiedad, así como el centro de transformación.

Las labores comprendidas son las siguientes:

- a) Los transportes necesarios, tanto para la traída de materiales, como para el envío de estos fuera de la zona.
- b) Suministros de todo material necesario para las instalaciones.
- c) Ejecución de los trabajos necesarios para la instalación de todo lo reseñado:
- d) Colocación de luminarias.
- e) Colocación de cableado.
- f) Instalación de las protecciones eléctricas.
- g) Colocación de bandejas y tubos protectores para cableado.
- h) Ejecución del centro de transformación.

### 3.3. Mejoras y variación del proyecto

No se considerarán como mejoras ó variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por el Director de Obra y se haya convenido el precio del proceder a su ejecución.

Las obras delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

### 3.4. Personal

El contratista no podrá utilizar personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo la excepción del apartado anterior. Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo



aquel personal ajeno al trabajo propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El contratista deberá tener al frente de los trabajadores un técnico suficientemente especializado a juicio del director de obra.

El contratista deberá emplear en sus trabajos el número de operarios que sean necesarios para llevarlo a cabo con la conveniente rapidez, así como organizar el número de brigadas que se le indiquen, para trabajar varios puntos a la vez.

El contratista tendrá al frente de los trabajadores, personal idóneo, el cual deberá atender cuantas ordenes procedan de la dirección técnicas de las obras, estando a la expectativa, con objeto de que se lleven con el orden debido. El contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas.

También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

### **3.5. Abono de la obra**

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden. Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuara de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

Cuando la propiedad o el director de la obra presumiese la existencia de vicios o defectos de construcción sea en el curso de ejecución de la obra o antes de su recepción definitiva, podrán ordenar la demolición y reconstrucción en la parte o extensión necesaria. Los gastos de estas operaciones serán de cuenta del contratista, cuando se confirmen los vicios o defectos supuestos.

## **4. Condiciones particulares**

### **4.1. Disposiciones aplicables**

Antes de las disposiciones contenidas en este pliego de condiciones, serán de aplicación en todas las instalaciones lo siguiente:



- Todas las disposiciones generales vigentes para la contratación de obras públicas.
- Normas UNE del instituto de normalización Española y aplicándose ante la no existencia de dicha normativa, las especificaciones recogidas en las normas internacionales ISO; CIE; CEI o en su defecto DIN; UTE o rango equivalente.
- Normas de la compañía suministradora de energía.

#### **4.2. Contradicciones y omisión del proyecto**

Lo mencionado en la memoria y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos; en caso de contradicción entre planos y memoria, prevalecerá lo prescrito en esta última.

Las omisiones en los planos o las descripciones erróneas de los detalles de la obra en este pliego de condiciones, no sólo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra, omitidos o erróneamente descritos sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si estuviesen correctamente especificados en los planos y en este pliego de condiciones.

#### **4.3. Prototipos**

Antes de comenzar la obra, el adjudicatario podrá someter a la aprobación de la Dirección de Obras un prototipo de alguno de los materiales de los que consta el proyecto, con los cuales podrá realizar los ensayos que estime oportunos.

Tanto los materiales como el importe de los ensayos, serán por cuenta del adjudicatario.

### **5. Normativa general**

- a) Se calificará como instalación eléctrica de baja tensión todo conjunto de aparatos y circuitos asociados en previsión de un fin particular. Producción, conservación, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica, cuyas tensiones nominales sean iguales o inferiores a 1000V para corriente alterna.
- b) Los materiales, aparatos y receptores utilizados en las instalaciones eléctricas de baja tensión cumplirán en lo que se refiere a condiciones de seguridad técnica, dimensiones y calidad, lo determinado en el reglamento.
- c) Si en la instalación eléctrica están integrados circuitos en los que las tensiones empleadas son superiores al límite establecido para baja tensión se deberá cumplir en ellos las prescripciones del reglamento de alta tensión.





**Nota:** en virtud de este artículo se detallará la normativa a cerca del transformador en un capítulo específico del presente pliego.

- d) Cuando se construya un local, edificio, o agrupación de estos, cuya previsión de carga exceda de 50KVA, o cuando la demanda de un nuevo suministro sea superior a esta cifra, la propiedad del inmueble deberá reservar un local destinado al montaje de la instalación de un centro de transformación, cuya disposición en el edificio corresponda a las características de la red de suministro aérea o subterránea, tenga las dimensiones necesarias para el montaje de los equipos y aparatos requeridos para dar suministro de energía previsible. El local, que debe ser de fácil acceso, se destinará exclusivamente a la finalidad prevista y no podrá utilizarse como depósito de materiales, ni de piezas o elementos de recambio.
- e) Corresponde al Ministerio de Industria, con arreglo a la ley de 24 de noviembre de 1939, la ordenación e inspección de la generación, transformación, distribución y aplicación de la energía eléctrica.
- f) Las delegaciones provinciales del Ministerio de Industria, autorizarán el enganche y funcionamiento de las instalaciones eléctricas de baja tensión. Según su importancia, sus fines o la peligrosidad de sus características o de su situación, las delegaciones exigirán la presentación de un proyecto de la instalación, suscrito por un técnico competente, antes de iniciarse el montaje de la misma. En todo caso, y para autorizar cualquier instalación, la delegación deberá recibir y conformar el boletín extendido por el instalador autorizado que realiza el montaje, así como un acta de las pruebas realizadas por la compañía suministradora en la forma en que se establece en las instrucciones complementarias.

## 6. Redes subterráneas de baja tensión

### 6.1 Objetivo

Se determinan las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras en la instalación de redes subterráneas de distribución.

### 6.2 Condiciones generales

Se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la ejecución de las redes subterráneas de baja y media tensión.



Cualquier duda de cualquier tipo que pueda surgir de la interpretación del presente pliego durante el periodo de construcción, será resuelta por el director de Obra, cuya interpretación será aceptada íntegramente.

### **6.3 Ejecución del trabajo**

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

### **6.4. Trazado de zanjas**

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las tomas donde se dejarán las llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado. Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de las zanjas como de los pasos que sean necesarios, así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a colocar.

### **6.5. Tendido de conductores**

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable sea superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable. Cuando los cables se tienden a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por mm<sup>2</sup> de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tensión.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable. Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas, deberá siempre hacerse a mano.



Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0°C no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento. No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasillas.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable. En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando los cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,5 m. Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá efectuar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en las que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Directo de Obra y a la empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

En el caso de que los cables sean unipolares:

- Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y en el neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distinto de dicho conductor.
- Cada metro y medio, envolviendo las tres fases de media Tensión, o las tres fases y el neutro en Baja Tensión, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

#### **6.6. Identificación del conductor**

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características. Estas marcas serán grabadas de forma indeleble y se distanciarán entre sí unos 30 cm, tal y como se indica en las normas UNE-21123 y R.U. 3305.

#### **6.7. Cierre de zanjas**



Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación, debiendo realizarse los primeros 20 centímetros de forma manual.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El contratista será el responsable de los hundimientos que se produzcan y serán de su cuenta las posteriores reparaciones oportunas. La carga y el transporte a vertederos de las tierras sobrantes están incluidos en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

## **7. Receptores**

### **7.1. Condiciones generales de la instalación**

Los receptores que se instalen tendrán que cumplir los requisitos de correcta utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc...), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento.

Soportarán la influencia de agentes exteriores a que estén sometidos en servicio: polvo, humedad, gases, etc.

Los circuitos que formen parte de los receptores salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar las prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobreintensidades siendo de aplicación para ellos lo dispuesto en la instrucción ITC BT-22. Se adoptarán las características intensidad-tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.

### **7.2. Receptores de alumbrado. Instalación**

Se prohíbe terminantemente colgar las armaduras de las lámparas utilizando para ellos los conductores que llevan la corriente a las mismas. Las armaduras irán firmemente enganchadas a los techos mediante tirafondos atornillados o sistema similar. Si se emplea otro sistema de suspensión, este deberá ser firme y estar aislado totalmente de la armadura.

En caso de lámpara fluorescente se utilizarán modelos iguales o similares a los presentados en la memoria, siendo la única condición que lleven una corrección del factor de potencia de por lo menos hasta 0,90.



Para la instalación de lámparas suspendidas en el exterior, se seguirá lo dispuesto a la ITC-BT-09 del RBT.

### 7.3 Conexión de receptores

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación de alimentación. Para este accionamiento se utilizará alguno de los dispositivos indicados en la ITC-BT-43.

Se admitirá, cuando prescripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecte a un conjunto de receptores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movable. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectuara por intermedio de un conductor movable, este incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

En cualquier caso, los conductores en la entrada del aparato estarán protegidos contra riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos, etc., por medio de dispositivos apropiados constituidos por materiales aislantes. No se permitirá anudar los conductores o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán longitud tal que, en caso de fallar el dispositivo impeditivo de tracción, queden únicamente sometidos hasta después que la hayan soportado los conductores de alimentación.

En los receptores que produzcan calor, si las partes del mismo que puedan tocar a su conductor de alimentación, alcanzan más de 85 grados centígrados de temperatura, la envolvente exterior del conductor no será de materia termoplástica.

La conexión de conductores movibles a la instalación alimentadora se realizará utilizando:

- Tomas de corriente
- Cajas de conexión
- Trole para el caso de vehículos a tracción eléctrica o aparatos movibles.

### 7.4. Receptores a motor. Instalación

Los motores se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. No estarán nunca en contacto con materiales fácilmente combustibles, guardando las siguientes distancias de seguridad:

- 0,5 metros si la potencia del motor es igual o menor a 1 KW.
- 1 metro si la potencia nominal es superior a 1 KW.



Todos los motores de potencia superior a 0,25 CV, y todos los situados en los locales con riesgo de incendio o explosión, tendrán su instalación propia de protección. Esta constará de por lo menos un juego de fusibles cortacircuitos de acuerdo con las características del motor.

También se dotará al motor de un sistema de protección contra la falta de tensión mediante un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidente o perjudicar a éste.

### **7.5. Materiales auxiliares**

Toda la tornillería, así como arandelas, tuercas, contratueras, etc., que se utilizan como material auxiliar de la instalación eléctrica, serán de acero inoxidable. La pasta de sellado de tubos metálicos, cajas de derivación, etc., será por cuenta del contratista.

Todos los tubos protectores de PVC estarán sellados con espuma de poliuretano o producto equivalente.

## **8. Protección contra sobreintensidades y sobre tensiones**

### **8.1. Protección de las instalaciones**

#### **8.1.1 Protección contra sobreintensidades**

El circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos contra los efectos de las sobreintensidades.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

#### **8.1.2. Protección contra sobrecargas**

El límite de intensidad admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar o por un interruptor automático que corte únicamente los



conductores de fase o polares bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor neutro.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

## **8.2 Situación de los dispositivos de protección**

Todos los dispositivos de protección se instalarán en los diferentes cuados instalados en la nave. Estos dispositivos protegerán tanto a las instalaciones como a las personas contra sobrecargas y cortocircuitos.

Se instalarán a tal interruptor automático, diferencial y fusibles.

## **8.3. Características de los dispositivos de protección**

Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentado el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.

Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo.

Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierra. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

Los interruptores automáticos, llevarán marcada su intensidad y tensión nominales, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

## **9. Protección contra contactos directos e indirectos**

### **9.1. Protección contra contactos directos**



Para considerar satisfactoria la protección contra los contactos directos se tomará una de las siguientes medidas:

- a) Alejamiento de las partes activas de la instalación del lugar donde circulen las personas habitualmente con un mínimo de 2,5 metros hacia arriba, 1 metros abajo y 1 metro lateralmente.
- b) Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos deben estar fijados de forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función.
- c) Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1mA.

## 9.2. Protección contra contactos indirectos

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc. , que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Para instalaciones con tensiones superiores a 250 V con relación a tierra es necesario establecer sistemas de protección, cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, etc.

Las medidas de protección contra contactos indirectos pueden ser de las clases siguientes:

### Clase A:

Se basa en los siguientes sistemas:

- Separación de circuitos.
- Empleo de pequeñas tensiones.
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección; inaccesibilidad simultáneamente de elementos conductores y masas.
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección
- Conexiones equipotenciales.

### Clase B:

Se basa en los siguientes sistemas:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.





- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

La aplicación de los sistemas de protección de la Clase A no es generalmente posible, sin embargo se pueden aplicar de manera limitada y solamente para ciertos equipos, materiales o partes de la instalación.

### **9.3. Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto**

Este sistema de protección consiste en la puesta a tierra de las masas, asociada a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto que origine la desconexión de la instalación defectuosa. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

En instalaciones con el punto neutro unido directamente a tierra (como es el caso):

- La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz a:
  - 24 voltios en locales conductores.
  - 50 voltios en los demás casos.
- Todas las masas de una instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

Se utilizarán como dispositivos de corte automáticos sensibles a la corriente de defecto interruptores diferenciales. Los diferenciales provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor determinado.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir de la cual el interruptor diferencial abre automáticamente, en su tiempo conveniente a la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

## **10. Alumbrados especiales**

### **10.1 Alumbrado de emergencia**

Es aquel que debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil del personal hacia el exterior. Solamente podrá ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se podrá utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.



El alumbrado de emergencia deberá poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación adecuada.

Este alumbrado se instalará en las salidas y en las señales indicadoras de la dirección de las mismas. Si hay un cuadro principal de distribución, en el local donde este se instale, así como sus accesos, estarán provistos de alumbrado de emergencia.

Deberá entrar en funcionamiento al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de estos baje a menos del 70% de su tensión nominal.

### **10.2. Alumbrado de señalización**

Es el que se instala para funcionar de modo continuo durante determinados periodos de tiempo. Este alumbrado debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezcan con público. Deberá ser alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normales, complementarios o procedentes de fuente propia de energía eléctrica. Deberá proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

Cuando el suministro habitual del alumbrado de señalización falle, o su tensión baje a menos del 70% de su valor nominal, la alimentación del alumbrado de señalización pasará automáticamente al segundo suministro.

Cuando los locales o dependencias que deban iluminarse con este alumbrado, coincidan con los que precisan alumbrado de emergencia, los puntos de luz de ambos alumbrados podrán ser los mismos.

### **10.3. Locales que deberán ser provistos de alumbrados especiales**

- a) Con alumbrado de emergencia: Todos los locales de reunión que puedan albergar 300 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios.
- b) Con alumbrado de señalización: Estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 Lux.

### **10.4. Fuentes propias de energía**

La fuente propia de energía estará constituida por baterías de acumuladores o aparatos automáticos autónomos o grupos electrógenos; la puesta en funcionamiento de unos y



otros se producirá al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la empresa o empresas distribuidores de la energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70% de su valor nominal. La fuente propia de energía en ningún caso podrá estar constituida por baterías de pilas.

### **10.5. Instrucciones complementarias**

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en el local existen varios puntos de luz estos deberán ser alimentados por, al menos, dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

## **11. Local**

### **11.1 Prescripciones de carácter general**

Las instalaciones en los locales a los que afectan las presentes prescripciones, cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan, así como para determinados locales, las complementarias que más adelante se fijan:

- a) Será necesario disponer de una acometida individual, siempre que el conjunto de las dependencias del local considerado constituya un edificio independiente o, igualmente, y el caso en que existan varios locales o viviendas en el mismo edificio y la potencia instalada en el local de pública concurrencia lo justifique.
- b) El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o de la derivación individual y se colocará junto o sobre él el dispositivo de mando y protección preceptivo según la Instrucción MI BT 16. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará, de todas formas en dicho punto, un dispositivo de mando y protección. Del citado general saldrá las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios.
- c) El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en locales o recintos a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (cabines de proyección, escenarios, salas de público, escaparates...), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre en el cuadro general.



- d) En el cuadro general de distribución o en los secundarios se dispondrán dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución, y las de alimentación directa a receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.
- e) En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de las lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas.
- f) Las canalizaciones estarán constituidas por:
  - Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750 V, colocados bajo tubos protectores, de tipo no propagador de la llama, preferentemente empotrados, en especial en las zonas accesibles al público.
  - Conductores aislados, de tensión nominal no inferior a 750 V, con cubierta de protección, colocados en huecos de la construcción, totalmente contruidos en materiales incombustibles.
  - Conductores rígidos, aislados de tensión nominal no inferior a 1000V, armados directamente sobre paredes.

Se adoptarán las disposiciones convenientes para que las instalaciones no puedan ser alimentadas simultáneamente por dos fuentes de alimentación independientes entre sí.

## 12. Mejoramiento del factor de potencia

Las instalaciones que suministren energía a receptores de los que resulte un factor de potencial inferior a 0,90 deberán ser compensadas, sin que en ningún momento la energía absorbida por la red pueda ser capacitiva.

La compensación del factor de potencia podrá hacerse por una de las dos formas siguientes:

- Por cada receptor o grupo de receptores que funcionen por medio de un solo interruptor; es decir funcionen simultáneamente.
- Por la totalidad de la instalación. En este caso, la instalación de compensación ha de estar dispuesta para que, de forma automática, asegure que la variación del factor de potencia no sea superior a un 10% del valor medio obtenido en un prolongado periodo de funcionamiento.



Cuando se instales condensadores y la conexión de estos con los receptores pueda ser cortada por medio de interruptores, estarán provistos aquellos de resistencias o reactancias de descarga a tierra.

## **13. Puestas a tierra**

### **13.1. Generalidades**

En cada instalación se efectuará una red de tierra. El conjunto de líneas y tomas de tierra tendrán unas características tales, que las masas metálicas no podrán ponerse a una tensión superior a 24V, respecto de la tierra.

Todas las carcasas de aparatos de alumbrado, así como enchufes..., dispondrán de su toma de tierra, conectada a una red general independiente de la de los centros de transformación y de acuerdo con el Reglamento de BT.

Las instalaciones de toma de tierra, seguirán las normas establecidas en el RBT y sus instrucciones complementarias.

Los materiales que compondrán la red de tierra estarán formados por placas, electrodos, terminales, cajas de pruebas con sus terminales de aislamiento y medición, etc...

Donde se prevea falta de humedad o terreno de poca resistencia se colocarán tubos de humidificación además de reforzar la red con aditivos químicos. La resistencia mínima a corregir no alcanzará los 4 ohmios.

La estructura de obra civil será conectada a tierra. Todos los empalmes serán tipo soldadura aluminotermia sistema CADWELL o similar.

### **13.2. Ensayos**

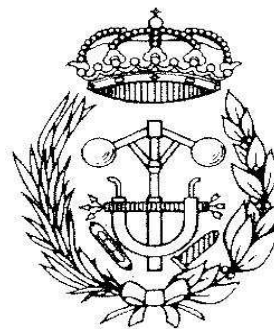
La recepción de los materiales se hará comprobando que cumplan las condiciones funcionales y de calidad fijadas en el RBT y en el resto de normativa vigente.

Cuando el material llegue a la obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas normativas, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

El tipo de ensayos a realizar, así como su número y las condiciones de no aceptación automática serán los fijados por la NTE-IEP/1973: "Instalaciones de electricidad: Puesta a Tierra".

**Pamplona, Noviembre de 2012**

**Arkaitz Larrañeta Llopis**



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL  
EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN”

## DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO

Alumno: Arkaitz Larrañeta Llopis

Tutor: Pedro Gonzaga Vélez

Pamplona, 06 de Noviembre de 2012

**INDICE****PRESUPUESTO****PÁGINA.**

1. Capítulo I: Acometida	3
2. Capítulo II: Protecciones	3
2.1. C.G.P. 1	3
2.2. C.G.P. 2	5
2.3. Cuadro 1	7
2.4. Cuadro 2	10
2.5. Cuadro 3	14
2.6. Cuadro 4	17
2.7. Cuadro 5	20
2.8. Cuadro 6	23
2.9. Cuadro 7	26
2.10. Cuadro 8	28
2.11. Cuadro 9	32
2.12. Cuadro Of. 1	35
2.13. Cuadro Of. 2	37
2.14. Cuadro Of. 3	39
2.15. Cuadro Of. 4	42
2.16. Cuadro Of. 5	44
2.17. Cuadro Of. 6	47
2.18. Resumen capítulo protecciones	48
3. Capítulo III: Conductores y bandejas.	49
3.1. Conductores	49
3.2. Bandejas	51
3.3. Resumen conductores y bandejas.	51
4. Capítulo IV: Puestas a tierra	52
5. Capítulo V: Alumbrado	52
5.1. Alumbrado interior.	53
5.2. Alumbrado de emergencia.	53
5.3. Alumbrado exterior.	55
5.4. Resumen capítulo alumbrado	55
6. Capítulo VI: Tomas de corriente y elementos varios	55
7. Capítulo VII: Centro de transformación	56
7.1. Obra civil	56
7.2. Transformador	57
7.3. Aparamenta media tensión	57
7.4. Aparamenta baja tensión	59
7.5. Puestas a tierra del centro de transformación	59
7.6. Resumen capítulo centro de transformación	60



8. Capítulo VIII: Compensación de energía reactiva	61
9. Resumen total del presupuesto	62





## **PRESUPUESTO**

### **1. Capítulo I: Acometida**

<b>Unidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unidad (€)</b>	<b>Total(€)</b>
Metro lineal	Cable HEPRZ1 AL H-16 12/20 kV Marca: General cable (1x50 mm <sup>2</sup> ) Aluminio	540	8,812	4758,48
Metro lineal	Tubo de PVC corrugado de doble pared, de 90 mm de diámetro, de 2,2 mm de espesor, liso por el interior y corrugado por el exterior, color rojo tipo N de resistencia al aplastamiento 450 N.	135	2,8	378
Metro lineal	Zanja sobre tierra de 40x100 cm. Con arena lavada debajo del tubo y relleno de tierra excavada.	135	3,15	425,25
Horas	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	16	17,99	287,84
<b>TOTAL</b>				<b>5849,57</b>

### **2. Capítulo II: Protecciones**

#### **2.1. C.G.P. 1**

<b>Unidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unidad (€)</b>	<b>Total(€)</b>
Unidad	Armario de superficie marca ABB, de medidas 674x574x140 mm 72 módulos incluyendo todos los complementos necesarios. 30 % de reserva	1	293,41	293,41



Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 50 KA, curva D, III+N Calibre 400 A	1	2977,24	2977,24
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 50 KA, curva D, III+N Calibre 160 A	1	887,05	887,05
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 50 KA, curva D, III+N Calibre 320 A	1	2731,89	2731,89
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 50 KA, curva D, III+N Calibre 80 A	1	580,4	580,4
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 50 KA, curva D, III+N Calibre 630 A	1	3437,68	3437,68
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 50 KA, curva D, III+N Calibre 800 A	1	5404,93	5404,93
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Sensibilidad: 500 mA 4 polos	4	183,29	733,16



Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	183,29	183,29
Unidad	Toroidal Marca: ABB Diametro: 70 mm	5	153,5	767,5
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 80A Sensibilidad: 500 mA 4 polos	1	267,33	267,33
Unidad	Unidades Extintor de CO2, material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12
Horas	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado	11	15,3	168,3
<b>TOTAL</b>				<b>18174,89</b>

## 2.2. C.G.P. 2

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
Unidad	Armario de superficie marca ABB, de medidas 824x574x140 mm 96 módulos incluyendo todos los complementos necesarios. 30 % de reserva	1	346,37	346,37
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 50 KA, curva D, III+N Calibre 200 A	1	1607,97	1607,97



Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 50 KA, curva D, III+N Calibre 250 A	1	1885,28	1885,28
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 50 KA, curva D, III+N Calibre 320 A	1	2731,89	2731,89
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 50 KA, curva D, III+N Calibre 400 A	1	2977,24	2977,24
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 50 KA, curva D, III+N Calibre 10 A	1	699,79	699,79
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 50 KA, curva D, III+N Calibre 16 A	1	619,62	619,62
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 50 KA, curva D, III+N Calibre 630 A	1	3437,68	3437,68



Unidad	Interrupor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 25 KA, curva D, I+N Calibre 6 A	3	134,56	403,68
Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Sensibilidad: 500 mA 4 polos	4	183,29	733,16
Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	183,29	183,29
Unidad	Toroidal Marca: ABB Diametro: 70 mm	5	153,5	767,5
Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Calibre: 25 A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	224,54	224,54
Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Calibre: 25 A Sensibilidad: 30 mA 2 polos	1	140,1	140,1
Unidad	Unidades Extintor de CO2, material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	7	36,12	252,84
Horas	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado	77	15,3	1178,1
<b>TOTAL</b>				<b>17842,68</b>

## 2.3. Cuadro 1



Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
Unidad	Armario de superficie marca ABB, de medidas 1124x574x140 mm 144 módulos incluyendo todos los complementos necesarios. 30 % de reserva	1	429,45	429,45
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 400 A	1	2875,84	2875,84
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 10 A	3	552,92	1658,76
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva C, III+N Calibre 10 A	6	552,92	3317,52
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 50 A	1	445,07	445,07
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 80 A	2	505,82	1011,64



Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva C, III+N Calibre 20 A	2	511,83	1023,66
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 40 A	2	445,07	890,14
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 100 A	1	526,16	526,16
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 32 A	1	445,07	445,07
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva B, III+N Calibre 16 A	1	511,83	511,83
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 25 KA, curva D, I+N Calibre 16 A	2	131,21	262,42
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 25 KA, curva D, I+N Calibre 6 A	2	134,56	269,12



Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Calibre: 63A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	308	308
Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Calibre: 80A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	4	267,33	1069,32
Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Calibre: 125A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	652,81	652,81
Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Calibre: 40A Sensibilidad: 30 mA 2 polos	1	143,2	143,2
Unidad	Unidades Extintor de CO2, material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12
Horas	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado	11	15,3	168,3
<b>TOTAL</b>				<b>16044,43</b>

## 2.4. Cuadro 2

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
--------	-------------	----------	-------------------	----------





Unidad	Armario de superficie marca ABB, de medidas 974x574x140 mm 120 módulos incluyendo todos los complementos necesarios. 30 % de reserva	1	381,18	381,18
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 15 KA, curva D, III+N Calibre 160 A	1	727,1	727,1
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 15 KA, curva D, III+N Calibre 10 A	1	199,33	199,33
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 15 KA, curva C, III+N Calibre 16 A	2	115,86	231,72
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 15 KA, curva D, III+N Calibre 50 A	1	286	286
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 15 KA, curva C, III+N Calibre 20 A	1	119,1	119,1



Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 15 KA, curva C, III+N Calibre 32 A	1	123,78	123,78
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 15 KA, curva C, III+N Calibre 10 A	6	113,37	680,22
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 15 KA, curva B, III+N Calibre 16 A	2	135,24	270,48
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 10 KA, curva B, I+N Calibre 16 A	1	64,3	64,3
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 10 KA, curva B, I+N Calibre 20 A	1	66,01	66,01
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 10 KA, curva B, I+N Calibre 32 A	1	71,03	71,03



Unidad	Interrupor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 10 KA, curva C, I+N Calibre 10 A	1	54,7	54,7
Unidad	Interrupor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 10 KA, curva D, I+N Calibre 6 A	1	101,38	101,38
Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Calibre: 125A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	818,6	818,6
Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Calibre: 25A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	224,54	224,54
Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Calibre: 63A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	308	308
Unidad	Interrupor diferencial Marca: Merlin Gerin Calibre: 80A Sensibilidad: 30 mA 2 polos	1	308,74	308,74
Unidad	Unidades Extintor de CO2, material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12



	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.			
Horas	Totalmente instalado	11	15,3	168,3
<b>TOTAL</b>				<b>5036,21</b>

## 2.5. Cuadro 3

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
Unidad	Armario de superficie marca ABB, de medidas 1124x574x140 mm 144 módulos incluyendo todos los complementos necesarios. 30 % de reserva	1	429,45	429,45
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 320 A	1	2625,77	2625,77
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 25 A	1	511,83	511,83
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 10 A	5	552,92	2764,6



Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 32 A	1	445,07	445,07
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva C, III+N Calibre 32 A	1	445,07	445,07
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 250 A	1	1741,45	1741,45
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva C, III+N Calibre 20 A	1	511,83	511,83
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 20 A	1	511,83	511,83
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 16 A	2	511,38	1022,76



Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 25 KA, curva D, I+N Calibre 10 A	1	128,81	128,81
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 25 KA, curva C, I+N Calibre 10 A	1	117,18	117,18
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 25 KA, curva B, I+N Calibre 32 A	1	162,58	162,58
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 25 KA, curva B, I+N Calibre 16 A	2	141,13	282,26
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 25 KA, curva D, I+N Calibre 6 A	2	134,56	269,12
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 25A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	2	224,54	449,08



Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 63A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	308	308
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 100A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	275,61	275,61
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 40A Sensibilidad: 30 mA 2 polos	2	143,2	286,4
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	183,29	183,29
Unidad	Toroidal Marca: ABB Diametro: 70 mm	1	153,5	153,5
Unidad	Unidades Extintor de CO2, material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12
Horas	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado	11	15,3	168,3
<b>TOTAL</b>				<b>13829,91</b>

## 2.6. Cuadro 4

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
--------	-------------	----------	-------------------	----------



Unidad	Armario de superficie marca ABB, de medidas 824x574x140 mm 96 módulos incluyendo todos los complementos necesarios. 30 % de reserva	1	346,37	346,37
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 200 A	1	1485,61	1485,61
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 16 A	3	511,83	1535,49
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 40 A	4	445,07	1780,28
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 80 A	1	505,82	505,82
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 50 A	1	445,07	445,07





Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 10 A	1	552,92	552,92
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 25 KA, curva B, I+N Calibre 16 A	2	141,13	282,26
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 25 KA, curva D, I+N Calibre 6 A	3	134,56	403,68
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 63A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	308	308
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 125A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	2	652,81	1305,62
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 25A Sensibilidad: 30 mA 2 polos	1	140,1	140,1
Unidad	Unidades Extintor de CO2, material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12



	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.			
Horas	Totalmente instalado	11	15,3	168,3
<b>TOTAL</b>				<b>9295,64</b>

## 2.7. Cuadro 5

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
Unidad	Armario de superficie marca ABB, de medidas 974x574x140 mm 120 módulos incluyendo todos los complementos necesarios. 30 % de reserva	1	381,18	381,18
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 250 A	1	1741,45	1741,45
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 10 A	6	552,92	3317,52
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 80 A	1	505,82	505,82



Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 40 A	3	445,07	1335,21
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva C, III+N Calibre 32 A	1	445,07	445,07
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 32 A	1	445,07	445,07
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva C, III+N Calibre 16 A	1	511,83	511,83
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 50 A	1	445,07	445,07
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 25 KA, curva B, I+N Calibre 16 A	1	153,39	153,39



Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 25 KA, curva B, I+N Calibre 20 A	1	145,24	145,24
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 25 KA, curva B, I+N Calibre 32 A	1	162,58	162,58
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 25 KA, curva D, I+N Calibre 6 A	2	134,56	269,12
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 63A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	308	308
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 100A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	275,61	275,61
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 125A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	652,81	652,81
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 80A Sensibilidad: 100 mA 4 polos	1	280,71	280,71



Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 63A Sensibilidad: 30 mA 2 polos	1	363,23	363,23
Unidad	Unidades Extintor de CO2, material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12
Horas	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado	11	15,3	168,3
<b>TOTAL</b>				<b>11943,33</b>

## 2.8. Cuadro 6

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
Unidad	Armario de superficie marca ABB, de medidas 1124x574x140 mm 144 módulos incluyendo todos los complementos necesarios. 30 % de reserva	1	429,45	429,45
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 320 A	1	2625,77	2625,77
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva C, III+N Calibre 32 A	1	445,07	445,07



Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva C, III+N Calibre 10 A	1	552,92	552,92
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 10 A	9	552,92	4976,28
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 16 A	1	511,83	511,83
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 50 A	2	445,07	890,14
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 80 A	2	505,82	1011,64
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 32 A	1	445,07	445,07



Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 63 A	1	445,07	445,07
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 25 KA, curva D, I+N Calibre 6 A	2	134,56	269,12
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 80A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	267,33	267,33
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 40A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	2	233,54	467,08
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 125A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	652,81	652,81
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 100A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	275,61	275,61
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 80A Sensibilidad: 100 mA 4 polos	1	280,71	280,71



Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 25 A Sensibilidad: 30 mA 2 polos	1	140,1	140,1
Unidad	Unidades Extintor de CO2, material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12
Horas	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado	11	15,3	168,3
<b>TOTAL</b>				<b>14890,42</b>

## 2.9. Cuadro 7

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
Unidad	Armario de superficie marca ABB, de medidas 674x574x140 mm 72 módulos incluyendo todos los complementos necesarios. 30 % de reserva	1	293,41	293,41
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 10 KA, curva D, III+N Calibre 80 A	1	433,19	433,19
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 10 KA, curva D, III+N Calibre 10 A	3	205,82	617,46





Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 10 KA, curva D, III+N Calibre 16 A	2	224,48	448,96
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 10 KA, curva C, III+N Calibre 32 A	2	121,5	243
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 10 KA, curva D, III+N Calibre 32 A	1	249,64	249,64
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva C, I+N Calibre 10 A	1	29,14	29,14
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva D, I+N Calibre 10 A	1	29,14	29,14
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva D, I+N Calibre 6 A	1	31,35	31,35



Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 63 A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	308	308
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 80 A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	267,33	267,33
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 25 A Sensibilidad: 30 mA 2 polos	1	140,1	140,1
Unidad	Unidades Extintor de CO2, material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12
Horas	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado	11	15,3	168,3
<b>TOTAL</b>				<b>3295,14</b>

## 2.10. Cuadro 8

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
Unidad	Armario de superficie marca ABB, de medidas 1124x574x140 mm 144 módulos incluyendo todos los complementos necesarios. 30 % de reserva	1	429,45	429,45



Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 630 A	1	3098,34	3098,34
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva C, III+N Calibre 80 A	1	505,82	505,82
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 80 A	2	505,82	1011,64
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 10 A	3	552,92	1658,76
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 160 A	2	853,02	1706,04
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 50 A	1	445,07	445,07



Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva C, III+N Calibre 50 A	1	445,07	445,07
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 40 A	1	445,07	445,07
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva C, III+N Calibre 16 A	1	511,83	511,83
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 32 A	1	445,07	445,07
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 25 KA, curva D, I+N Calibre 6 A	1	134,56	134,56
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 25 A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	224,54	224,54



Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Calibre: 40 A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	233,54	233,54
Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Calibre: 63 A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	308	308
Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Calibre: 80 A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	2	267,33	534,66
Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Calibre: 125 A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	652,81	652,81
Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Calibre: 40 A Sensibilidad: 100 mA 4 polos	1	228,99	228,99
Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Calibre: 25 A Sensibilidad: 30 mA 2 polos	1	140,1	140,1
Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Sensibilidad: 300 mA 4 polos	2	183,29	366,58
Unidad	Toroidal Marca: ABB Diametro: 70 mm	2	153,5	307
Unidad	Unidades Extintor de CO2, material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12



	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje.			
Horas	Totalmente instalado	11	15,3	168,3
<b>TOTAL</b>				<b>14037,36</b>

## 2.11. Cuadro 9

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
Unidad	Armario de superficie marca ABB, de medidas 824x574x140 mm 96 módulos incluyendo todos los complementos necesarios. 30 % de reserva	1	346,37	346,37
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 400 A	1	2875,74	2875,74
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 80 A	1	505,82	505,82
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 250 A	1	1741,45	1741,45



Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 10 A	1	552,92	552,92
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 40 A	1	445,07	445,07
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva D, III+N Calibre 63 A	1	445,07	445,07
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 36 KA, curva C, III+N Calibre 32 A	2	445,07	890,14
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 25 KA, curva D, I+N Calibre 6 A	2	134,56	269,12
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 25 KA, curva D, I+N Calibre 10 A	2	128,81	257,62



Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 25 KA, curva B, I+N Calibre 32 A	1	162,58	162,58
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 25 KA, curva B, I+N Calibre 16 A	2	141,13	282,26
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 80A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	267,33	267,33
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 125A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	652,81	652,81
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 40A Sensibilidad: 100 mA 4 polos	1	151,3	151,3
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 25A Sensibilidad: 30 mA 2 polos	1	140,1	140,1
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 63A Sensibilidad: 30 mA 2 polos	1	363,26	363,26





Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	183,29	183,29
Unidad	Toroidal Marca: ABB Diametro: 70 mm	1	153,5	153,5
Unidad	Unidades Extintor de CO2, material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12
Horas	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado	77	15,3	1178,1
<b>TOTAL</b>				<b>11553,6</b>

## 2.12. Cuadro Of. 1

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
Unidad	Armario de superficie marca ABB, de medidas 524x574x140 mm 48 módulos incluyendo todos los complementos necesarios. 30 % de reserva	1	212,73	212,73
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva D, III+N Calibre 16 A	1	118,39	118,39



Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva C, I+N Calibre 20 A	1	30,58	30,58
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva C, I+N Calibre 10 A	1	29,14	29,14
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva B, I+N Calibre 16 A	2	35,85	71,7
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva C, I+N Calibre 6 A	1	31,35	31,35
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva D, I+N Calibre 6 A	2	31,35	62,7
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 40A Sensibilidad: 100 mA 2 polos	1	151,3	151,3



Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Calibre: 40A Sensibilidad: 30 mA 2 polos	1	143,2	143,2
Unidad	Unidades Extintor de CO2, material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12
Horas	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado	77	15,3	1178,1
<b>TOTAL</b>				<b>1852,58</b>

## 2.13. Cuadro Of. 2

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
Unidad	Armario de superficie marca ABB, de medidas 524x574x140 mm 48 módulos incluyendo todos los complementos necesarios. 30 % de reserva	1	212,73	212,73
Unidad	Interrupor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva D, III+N Calibre 25 A	1	220,1	220,1
Unidad	Interrupor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva C, I+N Calibre 32 A	1	32,54	32,54



Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva C, I+N Calibre 20 A	1	30,58	30,58
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva C, I+N Calibre 6 A	2	31,35	62,7
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva D, I+N Calibre 6 A	3	31,35	94,05
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva B, I+N Calibre 10 A	1	35,14	35,14
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 63A Sensibilidad: 100 mA 2 polos	1	260,45	260,45
Unidad	Interruptor diferencial Marca: Merlin Gerin Calibre: 25A Sensibilidad: 30 mA 2 polos	2	140,1	280,2



Unidad	Unidades Extintor de CO2, material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12
Horas	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado	77	15,3	1178,1
<b>TOTAL</b>				<b>2229,98</b>

## 2.14. Cuadro Of. 3

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
Unidad	Armario de superficie marca ABB, de medidas 824x574x140 mm 96 módulos incluyendo todos los complementos necesarios. 30 % de reserva	1	346,37	346,37
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 6 KA, curva D, III+N Calibre 80 A	1	342,84	342,84
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 6 KA, curva D, III+N Calibre 10 A	5	205,82	1029,1



Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 6 KA, curva C, III+N Calibre 10 A	1	107,31	107,31
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva D, I+N Calibre 16 A	1	29,69	29,69
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva C, I+N Calibre 16 A	1	29,69	29,69
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva B, I+N Calibre 16 A	5	35,85	179,25
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva D, I+N Calibre 6 A	3	31,35	94,05
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva B, I+N Calibre 32 A	1	38,4	38,4



Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva C, I+N Calibre 32 A	1	32,54	32,54
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva C, I+N Calibre 20 A	1	30,58	30,58
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva B, I+N Calibre 20 A	1	36,5	36,5
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 25A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	2	224,54	449,08
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 63A Sensibilidad: 300 mA 2 polos	1	253,97	253,97
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 63A Sensibilidad: 100 mA 2 polos	1	260,45	260,45
Unidad	Interruptor diferencial Marca: ABB Calibre: 63A Sensibilidad: 30 mA 2 polos	1	363,26	363,26



Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Calibre: 40A Sensibilidad: 30 mA 2 polos	1	143,2	143,2
Unidad	Unidades Extintor de CO2, material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12
Horas	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado	77	15,3	1178,1
<b>TOTAL</b>				<b>4634,13</b>

## 2.15. Cuadro Of. 4

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
Unidad	Armario de superficie marca ABB, de medidas 524x574x140 mm 48 módulos incluyendo todos los complementos necesarios. 30 % de reserva	1	212,73	212,73
Unidad	Interrupor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva C, III+N Calibre 32 A	1	115,53	115,53
Unidad	Interrupor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva C, I+N Calibre 32 A	1	32,54	32,54





Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva C, I+N Calibre 16 A	2	29,69	59,38
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva B, I+N Calibre 16 A	2	35,85	71,7
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva C, I+N Calibre 20 A	1	30,58	30,58
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva C, I+N Calibre 6 A	1	31,35	31,35
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva C, I+N Calibre 10 A	1	29,14	29,14
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva D, I+N Calibre 6 A	2	31,35	62,7



Unidad	Interruptor diferencial Marca: Merlin Gerin Calibre: 40A Sensibilidad: 100 mA 2 polos	2	151,3	302,6
Unidad	Interruptor diferencial Marca: Merlin Gerin Calibre: 40A Sensibilidad: 30 mA 2 polos	1	143,2	143,2
Unidad	Interruptor diferencial Marca: Merlin Gerin Calibre: 25A Sensibilidad: 30 mA 2 polos	1	140,1	140,1
Unidad	Unidades Extintor de CO2, material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12
Horas	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado	77	15,3	1178,1
<b>TOTAL</b>				<b>2117,51</b>

## 2.16. Cuadro Of. 5

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
Unidad	Armario de superficie marca ABB, de medidas 524x574x140 mm 48 módulos incluyendo todos los complementos necesarios. 30 % de reserva	1	212,73	212,73



Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva D, III+N Calibre 40 A	1	275,29	275,29
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva D, III+N Calibre 10 A	2	220,18	440,36
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva B, I+N Calibre 32 A	1	38,4	38,4
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva D, I+N Calibre 32 A	1	32,54	32,54
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva B, I+N Calibre 16 A	4	35,85	143,4
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva B, I+N Calibre 20 A	1	36,5	36,5



Unidad	Interrupor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva C, I+N Calibre 6 A	1	31,35	31,35
Unidad	Interrupor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva D, I+N Calibre 6 A	1	31,35	31,35
Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Calibre: 25A Sensibilidad: 300 mA 4 polos	1	224,54	224,54
Unidad	Interrupor diferencial Marca: Merlin Gerin Calibre: 63A Sensibilidad: 100 mA 2 polos	1	260,45	260,45
Unidad	Interrupor diferencial Marca: Merlin Gerin Calibre: 63A Sensibilidad: 30 mA 2 polos	1	363,26	363,26
Unidad	Unidades Extintor de CO2, material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12
Horas	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado	77	15,3	1178,1
<b>TOTAL</b>				<b>3091,66</b>



## 2.17. Cuadro Of. 6

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
Unidad	Armario de superficie marca ABB, de medidas 524x574x140 mm 48 módulos incluyendo todos los complementos necesarios. 30 % de reserva	1	255,91	255,91
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva D, III+N Calibre 50 A	1	303,32	303,32
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva C, I+N Calibre 32 A	3	32,54	97,62
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva B, I+N Calibre 32 A	2	38,4	76,8
Unidad	Interruptor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva B, I+N Calibre 16 A	1	35,85	35,85



Unidad	Interrupor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva C, I+N Calibre 16 A	1	29,69	29,69
Unidad	Interrupor magnetotérmico Marca: ABB Poder de corte: 4,5 KA, curva D, I+N Calibre 6 A	3	31,35	94,05
Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Calibre: 80A Sensibilidad: 100 mA 2 polos	1	227,01	227,01
Unidad	Interrupor diferencial Marca: ABB Calibre: 40A Sensibilidad: 30 mA 2 polos	2	143,2	286,4
Unidad	Unidades Extintor de CO2, material extintor no conductor de la corriente eléctrica.	1	36,12	36,12
Horas	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado	77	15,3	1178,1
<b>TOTAL</b>				<b>2364,96</b>

## 2.18. Resumen capítulo de protecciones

Presupuesto total capítulo II	Importe (€)
Cuadro general de distribución 1(C.G.P 1)	18174,89
Cuadro general de distribución 2(C.G.P 2)	17842,68



Cuadro auxiliar 1	16044,43
Cuadro auxiliar 2	5036,21
Cuadro auxiliar 3	13829,91
Cuadro auxiliar 4	9295,64
Cuadro auxiliar 5	11943,33
Cuadro auxiliar 6	14890,42
Cuadro auxiliar 7	3295,14
Cuadro auxiliar 8	14037,36
Cuadro auxiliar 9	11553,6
Cuadro auxiliar Of. 1	1852,58
Cuadro auxiliar Of. 2	2229,98
Cuadro auxiliar Of. 3	4634,13
Cuadro auxiliar Of. 4	2117,51
Cuadro auxiliar Of. 5	3091,66
Cuadro auxiliar Of. 6	2364,96
<b>TOTAL</b>	<b>152234,43</b>

### 3. Capítulo III: Conductores y bandejas

#### 3.1. Conductores

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total (€)
Metro lineal	Cable V-K 0,6/ 1 kV Flexible Marca: General cable (1x240 mm2) Cobre	271,6	83,566	22696,53
Metro lineal	Cable V-K 0,6/ 1 kV Flexible Marca: General cable (1x185 mm2) Cobre	212,8	65,764	13994,58
Metro lineal	Cable V-K 0,6/ 1 kV Flexible Marca: General cable (1x150 mm2) Cobre	506,4	51,324	25990,47
Metro lineal	Cable V-K 0,6/ 1 kV Flexible Marca: General cable (1x120 mm2) Cobre	67,9	43,186	2932,33



Metro lineal	Cable V-K 0,6/ 1 kV Flexible Marca: General cable (1x95 mm2) Cobre	338,9	35,93	12176,68
Metro lineal	Cable V-K 0,6/ 1 kV Flexible Marca: General cable (1x70 mm2) Cobre	204,4	26,256	5366,73
Metro lineal	Cable V-K 0,6/ 1 kV Flexible Marca: General cable (1x50 mm2) Cobre	109,4	18,07	1976,86
Metro lineal	Cable V-K 0,6/ 1 kV Flexible Marca: General cable (1x35 mm2) Cobre	94	12,784	1201,70
Metro lineal	Cable V-K 0,6/ 1 kV Flexible Marca: General cable (1x25 mm2) Cobre	371,2	9,55	3544,96
Metro lineal	Cable V-K 0,6/ 1 kV Flexible Marca: General cable (1x16 mm2) Cobre	1768,4	6,332	11197,51
Metro lineal	Cable V-K 0,6/ 1 kV Flexible Marca: General cable (1x10 mm2) Cobre	1663,2	4,582	7620,78
Metro lineal	Cable V-K 0,6/ 1 kV Flexible Marca: General cable (1x4 mm2) Cobre	6119,8	2,21	13524,76
Metro lineal	Cable V-K 0,6/ 1 kV Flexible Marca: General cable (1x2,5 mm2) Cobre	1410,8	1,662	2344,75





Metro lineal	Cable V-K 0,6/ 1 kV Flexible Marca: General cable (1x1,5 mm2) Cobre	9921,6	1,446	14346,63
Horas	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	135	24,8	3348,00
<b>TOTAL</b>				<b>142263,26</b>

### 3.2. Bandejas

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
Unidad	M.I.Bandeja metálica de rejilla galvanizada en caliente REJIBAND de 400x60 , incluso p.p. de uniones, soportes, fijaciones y mano de obra de instalación.	631,94	17,4	10995,756
Unidad	M.I.Bandeja metálica de rejilla galvanizada en caliente REJIBAND de 300x60 , incluso p.p. de uniones, soportes, fijaciones y mano de obra de instalación.	206,8	14,8	3060,64
Unidad	M.I.Bandeja metálica de rejilla galvanizada en caliente REJIBAND de 150x60 , incluso p.p. de uniones, soportes, fijaciones y mano de obra de instalación.	186,3	12	2235,6
<b>TOTAL</b>				<b>16291,996</b>

### 3.3. Resumen capítulo conductores y bandejas

Presupuesto total capítulo III	Importe (€)
Conductores	142263,26
Bandejas	16292,00

**TOTAL****158555,25****4. Capítulo IV: Puesta a tierra**

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
Unidad	Pica de tierra de 2 metros de longitud de acero-cobre. Incluida soldadura aluminotérmica CADWEL a la red de tierra, otros accesorios y mano de obra.	4	12,32	49,28
Unidad	Arqueta de registro de instalación de tierra con tapa de registro URIARTE TR-230, recibida en hormigón HM-20-E-40-2B de espesor 25 cm y 80 cm de profundidad. Incluso mano de obra.	4	26,27	105,08
Metros lineales	Red de tierra constituida con cable de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> de sección. Incluida parte proporcional de soldadura aluminotérmica CADWEL a la estructura metálica, empalmes y mano de obra.	477,05	6,15	2933,86
Unidad	Conexión eléctrica entre cable de tierra y pilares metálicos, de marca CADWELL o similar, con soldadura aluminotérmica, incluyendo mano de obra.	46	5,48	252,08
Unidad	Caja de seccionamiento de tierra URIARTE CCST-50 con pletina de seccionamiento y bornes de conexión. Incluidos accesorios y mano de obra.	1	21,63	21,63
<b>TOTAL</b>				<b>3361,93</b>

**5. Capítulo V: Alumbrado**



## 5.1. Alumbrado interior

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
Unidad	Luminaria Philips Cabana; Ref: HPK150 1xHPI-P400 + Lámpara de vapor de mercurio de alta presión (VMAP) , HPI Plus de Philips, 400 W.	76	249	18924
Unidad	Luminaria Philips Mazda; Ref: TBS 260 4xTL5-54w HPF DPB + Lámparas fluorescentes Philips MASTER TL5-54W/840	109	129	14061
Unidad	Luminaria Philips Mazda; Ref: TCS160 2xTL-D58W HFP DP + Lámparas fluorescentes Philips MASTER TL-D 58W/840	45	134	6030
Horas	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado	44	24,8	1091,2
<b>TOTAL</b>				<b>40106,2</b>

## 5.2. Alumbrado de emergencia

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
Unidad	Proyector de emergencia y señalización Legrand; Ref: 6608 43; 2x65 W;	10	914,39	9143,9
Unidad	Proyector de emergencia y señalización Legrand; Ref: 6608 44; 4x15 W;	1	951,84	951,84



Unidad	Proyector de emergencia y señalización Legrand; Ref: 6608 41; 2x15 W;	3	903,07	2709,21
Unidad	Lámpara de emergencia y señalización Legrand; Ref: 6627 07; 6W	10	72,5	725
Unidad	Lámpara de emergencia y señalización Legrand; Ref: 6622 24; 8W	5	133	665
Unidad	Lámpara de emergencia y señalización Legrand; Ref: 6622 34; 8W	1	129	129
Unidad	Lámpara de emergencia y señalización Legrand; Ref: 6627 02; 6W	23	70,5	1621,5
Unidad	Lámpara de emergencia y señalización Legrand; Ref: 6627 05; 6W	11	71,2	783,2
Unidad	Lámpara de emergencia y señalización Legrand; Ref: 6627 06; 6W	12	74,3	891,6
Unidad	Carteles de señalización con la palabra "SALIDA"	42	2,29	96,18
Unidad	Carteles de señalización con el dibujo "→"	11	2,29	25,19



	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado	47	24,8	1165,6
<b>Horas</b>				
<b>TOTAL</b>				<b>18907,22</b>

## 5.3. Alumbrado exterior

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
Unidad	Lampara exterior clase I IP54 MPF111 1xHPI-T400W 230	24	718	17232
Horas	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado	42	24,8	1041,6
<b>TOTAL</b>				<b>18273,6</b>

## 5.4. Resumen capítulo alumbrado

Presupuesto total	Importe (€)
Luminarias interior nave	40106,2
Luminarias de emergencia	18907,22
Luminarias exterior nave	18273,6
<b>TOTAL</b>	<b>77287,02</b>

## 6. Capítulo VI: Tomas de corriente y elementos varios

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
Unidad	Toma de corriente F+N+T de 16 A con caja de empotrar, 230 V. Marca: NIESSEN serie ARCO blanco alpino colocado y conexionado.	78	9,48	739,44



Unidad	Toma de corriente 3F+N+T de 16 A con caja de empotrar, 400 V. Marca: NIESSEN serie ARCO blanco alpino colocado y conexionado.	27	13,47	363,69
Unidad	Interruptor unipolar. Marca: NIESSEN, serie ARCO blanco alpino colocado y conexionado.	42	7,1	298,2
Unidad	Conmutador de empotrar completo NIESSEN serie ARCO blanco alpino colocado y conexionado.	12	8,2	98,4
Unidad	Contactador tetrapolar de marca ABB. Modelo EK. In = 1000 A	3	4636,56	13909,7
Unidad	Contactador tetrapolar de marca ABB. Modelo EK. In = 550 A	1	2308,54	2308,54
Unidad	Contactador tetrapolar de marca ABB. Modelo EK. In = 200 A	2	692,52	1385,04
Unidad	Contactador tetrapolar de marca ABB. Modelo EK. In = 250 A	1	781,76	781,76
Unidad	Contactador tetrapolar de marca ABB. Modelo EK. In = 125 A	1	464,87	464,87
Unidad	Detector de tensión DPB01CM48 de la marca Carlo Gavazzi.	1	311,64	311,64
Unidad	Elementos varios necesarios para el esquema de maniobra.	1	716,28	716,28
<b>TOTAL</b>				<b>21377,5</b>

## 7. Capítulo VII: Centro de transformación

### 7.1. Obra civil

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
--------	-------------	----------	----------------------	----------



	Excavación de foso para alojar el deposito de aceite en cualquier tipo de terreno, apertura por medios mecánicos, retirada productos de la excavación y transporte a vertedero. Incluido mano de obra.			
Horas		6	35,4	212,4
<b>TOTAL</b>				<b>212,4</b>

### 7.2. Transformador

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
	Transformador trifásico de 1000KVA 24 KV / 420 V Conexionado Dyn 11 Marca: Ormazabal Refrigeración: natural. Aislamiento: aceite mineral. Peso: 2430 Kg, longitud: 1997 mm, anchura 1200 mm, altura 1158 mm. Incluyendo transporte y montaje.			
Unidad		2	13412,5	26825
<b>TOTAL</b>				<b>26825</b>

### 7.3. Aparamenta media tensión

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
--------	-------------	----------	-------------------	----------



Unidad	<p>CELDA DE LÍNEA DE ENTRADA/SALIDA: Celda CGM-CML-24 Marca: ORMAZABAL. Celda dotada con un interruptor seccionador de tres posiciones, permite comunicar el embarrado de conjunto del celdas con los cables, cortar la corriente asignada, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornas de los cables de Media Tensión. Características eléctricas: Vn = 24 kV, In = 400 A Características físicas: Ancho = 370 mm, Alto = 1800 mm, Fondo = 850 mm, Peso = 135kg Se incluye en el precio: transporte, montaje y conexión.</p>	1	1245	1245
Unidad	<p>CELDA DE MEDIDA: Celda CGM-CMM-24 Marca: ORMAZABAL. Tensión. Características eléctricas: Vn = 24 KV. Características físicas: Ancho = 800 mm, Alto = 1800 mm, Fondo = 1025 mm, Peso = 180 Kg. Se incluye en el precio: transporte, montaje y conexión.</p>	1	4960	4960





	<b>CELDA DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES:</b> Celda CGM-CMP-F-24 Marca: ORMAZABAL. Características eléctricas: $V_n = 24 \text{ kV}$ , $I_n = 400 \text{ A}$ Características físicas: Ancho = 420 mm, Alto = 1800 mm, Fondo = 850 mm, Peso = 125 Kg. Incluye tres fusibles limitadores de 24 KV y 63 A. Se incluye en el precio: transporte, montaje y conexión.			
Unidad		2	4050	8100
<b>TOTAL</b>				<b>14305</b>

#### 7.4. Aparamenta baja tensión

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
Unidad	Extintor	1	195,85	195,85
Unidad	Par de guantes aislantes hasta 24 kV	1	113,75	113,75
Unidad	Taburete aislante hasta 24 kV	1	68,47	68,47
Unidad	Placa con simbología: "peligro de muerte"	1	27,18	27,18
Unidad	Placa con simbología: "primeros auxilios"	1	17,38	17,38
Unidad	Cuadro de contadores	1	4234,51	4234,51
Horas	Mano de obra. Incluso elementos necesarios para su montaje. Totalmente instalado.	5	14,3	71,5
<b>TOTAL</b>				<b>4728,64</b>

#### 7.5. Puesta a tierra del centro de transformación

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unidad (€)	Total(€)
--------	-------------	----------	-------------------	----------



Unidad	Tierra de protección del centro de transformación realizada en anillo de 7 x 6 m a 0,5 m de profundidad con conductor desnudo de cobre de 50 mm <sup>2</sup> y 4 picas de acero recubierto de cobre de 14 mm de diámetro y 6 metros de largo. Incluso línea de tierra interior formada por conductor de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> . Incluso arquetas de registro y caja de seccionamiento. Incluso soldadura aluminotérmica y otros elementos para conexión. Totalmente instalada y conexionada.	1	2600	2600
Unidad	Tierra de servicio realizada en hilera con 18 m de conductor de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> uniendo 4 picas de 14 mm de diámetro y 2m de longitud separada 4 m entre sí a 0,5 m de profundidad, unido al centro de transformación por conductor de cobre de 50 mm <sup>2</sup> RV-K 0,6/1 KV. Incluso arqueta de registro y caja de seccionamiento. Incluso elementos de conexión. Totalmente instalado y conexionado.	2	1553,75	3107,5
<b>TOTAL</b>				<b>5707,5</b>

## 7.6. Resumen capítulo centro de transformación



<b>Presupuesto total capítulo</b>	<b>Importe (€)</b>
Obra civil	212,4
Transformador	26825
Media tensión	14305
Baja tensión	4728,64
Puesta a tierra	5707,5
<b>TOTAL</b>	<b>51778,54</b>

## 8. Capítulo VIII: Compensación de energía reactiva

<b>Unidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unidad (€)</b>	<b>Total(€)</b>
Unidad	Batería de compensación automática, 450 KVAR Incluido conexiónado y puesta en marcha. Marca: Legrand Modelo: M45040, 400V.	1	9859,32	9859,32
Unidad	Batería de compensación automática, 400 KVAR Incluido conexiónado y puesta en marcha. Marca: Legrand Modelo: M40040, 400V.	1	9263,64	9263,64
<b>TOTAL</b>				<b>19122,96</b>



## 9. Resumen total del presupuesto

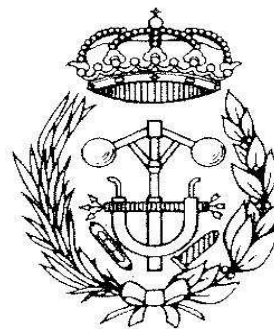
Orden	Descripción	TOTAL (€)
Capítulo I	Acometida	5849,57
Capítulo II	Protecciones	152234,43
Capítulo III	Conductores y canalizaciones	158555,25
Capítulo IV	Puesta a tierra	3361,93
Capítulo V	Alumbrado	67455,92
Capítulo VI	Tomas de corriente y elementos varios	21377,54
Capítulo VII	Centro de transformación	52269,05
Capítulo VIII	Compensación de energía reactiva	19122,96
<b>TOTAL</b>	<b>Presupuesto de ejecución material</b>	<b>480226,65</b>
	Gastos generales (9%)	43220,40
	Beneficio industrial (6%)	28813,60
<b>TOTAL</b>	<b>Presupuesto de ejecución por contrata sin I.V.A.</b>	<b>552260,65</b>
	I.V.A. (21%)	115974,74
<b>TOTAL</b>	<b>Presupuesto de ejecución por contrata con I.V.A.</b>	<b>668235,39</b>
	Redacción del proyecto (4%)	19209,07
	Dirección del proyecto (4%)	19209,07
	I.V.A. Honorarios (21%)	8067,81
	Total honorarios	46485,94
<b>TOTAL</b>	<b>Presupuesto total</b>	<b>714721,32</b>

El presupuesto total asciende a la cantidad de:

**“SETECIENTOS CATORCE MIL SETECIENTOS VEINTIUNO CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS DE EURO”**

Pamplona, Noviembre 2012

Arkaitz Larrañeta Llopis



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE INDUSTRIAL  
EN BAJA TENSIÓN CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN”

## DOCUMENTO 6: BIBLIOGRAFÍA

Alumno: Arkaitz Larrañeta Llopis

Tutor: Pedro Gonzaga Vélez

Pamplona, 06 de Noviembre de 2012

**INDICE****BIBLIOGRAFÍA****PÁGINA**

6.1. Reglamentos, normativas y libros	2
6.2. Catálogos consultados	2
6.3. Páginas web consultadas	3



## 6. Bibliografía

### 6.1. Reglamentos, normativas y libros

Para la realización del presente proyecto, la bibliografía consultada ha sido:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002).
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía (Real Decreto 3275/82, de 12 de noviembre de 1982).
- Reglamento sobre acometidas eléctricas. Colección Leyes, Normas y Reglamentos. Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento sobre las condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. (REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero).
- Instalación de NTE-IE electricidad. Normas tecnológicas de la edificación. Ed. paraninfo 1996. Jose Carlos Toledano.
- Puesta a tierra en edificios en instalaciones eléctricas. Ed. Paraninfo 1997. Juan José Martínez Requera y José Carlos Toledano Gasca.
- Lámparas eléctricas, sistemas de iluminación, proyectos de alumbrado. Ed. CEAC 1987. José Remírez Vázquez.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía eléctrica.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de “IBERDROLA distribución eléctrica S.A.U.”
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría. UNESA. Febrero 1989.

### 6.2. Catálogos consultados

Se han consultado los siguientes catálogos:



- Toda serie de catálogos ABB.
- Compensación de energía reactiva y filtrado de armónicos LEGRAND.
- Luminarias y lámparas Philips.
- Lámparas de emergencia LEGRAND.
- Catálogo de NIESSEN.
- Catálogo de GENERAL CABLE.
- Catálogo de ORMAZABAL.
- Catálogo de TABALSA.
- Equipos de seguridad NAISA: Cascos, gafas, guantes, etc.
- Catálogo KKK

### 6.3. Páginas web consultadas

En este apartado se adjuntan las direcciones web de las empresas cuyos elementos han sido utilizados en el presente proyecto:

Las páginas web son las siguientes:

- GENERAL CABLE. (<http://www.general-cable.es>).
- ORMAZABAL. (<http://www.ormazabal.com>).
- PHILIPS. (<http://www.philips.com>).
- LEGRAND. (<http://www.legrand.es>).
- INDUSTRIAS ARRUTI. (<http://www.arruti.com>).
- TABALSA (<http://www.tabalsa.com>).
- NIESSEN (<http://www.abb.es>).
- ABB (<http://www.abb.es>).
- VOLTIMUM (<http://www.voltimum.es>).
- KKK ELECTRO MATERIALES (<http://www.kkk.es>).
- NAISA (<http://www.naisa.es>).